

TOMSK  
POLYTECHNIC  
UNIVERSITY



ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

**Microsoft®**

# ТЕХНОЛОГИИ MICROSOFT В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

XIII Всероссийская  
научно-практическая конференция  
студентов, аспирантов и молодых ученых

г. Томск

22-23  
марта

2016 года



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ

---

# **ТЕХНОЛОГИИ MICROSOFT В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Сборник трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых

**22–23 марта 2016 г.**

Томск 2016

УДК 681-3-06(063)  
ББК 32.973.202л0  
Т38

**Технологии Microsoft в теории и практике программирования** : сборник трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 22–23 марта 2016 г.) ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 254 с.

ISBN 978-5-4387-0706-6

Сборник содержит доклады, представленные на XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Технологии Microsoft в теории и практике программирования», прошедшей в Национальном исследовательском Томском политехническом университете на базе Института кибернетики. Материалы сборника отражают доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, принятые к обсуждению на секциях: «Автоматизированные системы управления и мехатроника», «Математическое моделирование и технологии высокопроизводительных вычислений», «Геоинформационные системы и технологии», «Интеллектуальные системы и технологии», «Информационно-телекоммуникационные технологии. Информационная безопасность», «Технологии разработки и проектирования информационных систем», «Облачные технологии в практиках программирования».

В конференции приняли участие студенты, аспиранты и молодые ученые вузов, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации. Сборник представляет интерес для специалистов в области информационных технологий, преподавателей, научных сотрудников и студентов высших учебных заведений.

**УДК 681-3-06(063)**  
**ББК 32.973.202л0**

Материалы докладов конференции публикуются в авторской редакции

*Редакционная коллегия*

А.В. Лиепиньш, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой ИКСУ ИК ТПУ;  
О.М. Гергет, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой ПМ ИК ТПУ;  
Н.Г. Марков, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ВТ ИК ТПУ  
А.Ф. Тузовский, доктор технических наук, профессор кафедры ОСУ ИК ТПУ;  
А.С. Фадеев, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой АиКС ИК ТПУ;  
В.З. Ямпольский, доктор технических наук, профессор кафедры ОСУ ИК ТПУ, заслуженный деятель науки и техники РФ;  
Л.И. Ямпольская, кандидат философских наук, начальник отдела развития образовательных технологий ИК ТПУ, координатор проекта «Центра инноваций Microsoft в ТПУ», администратор программы Microsoft IT Academy

ISBN 978-5-4387-0706-6

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2016  
© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2016

# СЕКЦИЯ № 1

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И МЕХАТРОНИКА

*Председатель секции:*

*Лиепиньш Андрей Вилнисович, канд. техн. н., доцент, зав. каф. ИКСУ ИК ТПУ.*

*Секретарь секции:*

*Рудницкий Владислав Александрович, канд. техн. н., доцент каф. ИКСУ ИК ТПУ.*

УДК 004

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ЗАДАЧ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДАНИЙ

Ушаков Р.Б., Беляев С.В.

Научный руководитель: Морозов М.Н., ассистент каф. АТП ЭНИН ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: tpu\_chm@tpu.ru*

*An analysis of different SCADA-systems and WebSCADA for building management systems was conducted. Comparison between the most popular SCADA-systems is given. Conclusions about the advantages and disadvantages of WebSCADA and SCADA-systems were made.*

**Key words:** *SCADA-system, WebSCADA, building management system, energy efficiency.*

**Ключевые слова:** *SCADA-система, WebSCADA, система управления зданием, энергоэффективность.*

В настоящее время проблемы ресурсосбережения и обеспечения энергоэффективности являются актуальными во всем мире. Один из эффективных методов снижения потребления энергии – реализация автоматизированных систем управления зданием (АСУЗ).

АСУЗ (англ. Building Management System, BMS) – это человеко-машинная система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор, обработку информации с первичных преобразователей, а также выработку управляющих воздействий на исполнительные механизмы. Как правило, автоматизация здания затрагивает следующие системы жизнеобеспечения: тепло- и электроснабжение, освещение, кондиционирование и вентиляция, водоснабжение, охранно-пожарная сигнализация, видеонаблюдение, контроль и управление доступом. Качественные отличия при использовании АСУЗ и при ее отсутствии представлены в табл. 1 [1, 2].

Таблица 1

*Сравнение возможностей зданий при наличии и отсутствии АСУЗ*

Здание без АСУЗ (локальные системы)	Здание с АСУЗ
Раздельное управление локальными системами жизнеобеспечения	Единое управление и контроль системами здания посредством автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора
Выполнение локальных алгоритмов без оптимизации на уровне здания	Автоматическое управление по заданной программе
Необходимость контроля состояния оборудования отдельных систем	Автоматический мониторинг состояния оборудования в здании

Выбор платформы для разработки АСУЗ является актуальной задачей. В настоящее время известно несколько разновидностей программно-инструментальных комплексов для реализации верхнего уровня АСУЗ: классические SCADA-системы, системы класса WebSCADA. Проведём анализ SCADA-систем и их сравнение по ключевым характеристикам [3]. Результаты приведены в табл. 2.

Рассмотренные SCADA-системы специализированы для применения в промышленных АСУ ТП. Применительно к задачам АСУЗ избыточным является наличие резервирования серверов, каналов связи. К тому же отсутствуют специализированные функции, например управление расписанием здания и комнат. Избыток надежности приводит к завышенной стоимости ПО, снижая рентабельность таких систем.

Таблица 2

*Сравнение ключевых характеристик программно-инструментальных комплексов*

№	Показатели	Trace Mode, АдАстра, Россия	SCADA Infinity, ЭлеСи, Россия	InTouch, Schneider Electric, Франция
1	Драйверы	CAN, Profibus, FieldBus, ModBus, Lon, специализированные драйверы	ModBus, Profibus, FieldBus, IEC 870-5-101/104, специализированные драйверы	Драйверы для контроллеров Allen Bradley, General Electric
2	Web визуализация	Есть	Есть, поддержка сообщений о событиях и авариях	Есть
3	Реализация работы с графикой	Независимый графический редактор, свыше 1000 графических изображений	Используются универсальные и специализированные библиотеки графических элементов	Используются графические примитивы
4	База данных (БД)	MS SQL	Собственная система управления базой данных	MS SQL

Новым направлением в развитии систем управления зданиями стало программное обеспечение класса WebSCADA. Под термином WebSCADA, как правило, понимается реализация человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) на основе Web-технологий. Достоинствами применения WebSCADA являются:

- кроссплатформенность – WebSCADA совместима с любыми операционными системами, доступна для использования на персональных компьютерах, а также на переносных мультимедийных устройствах;

- мобильность – подключение клиентов к WebSCADA-серверу через Internet/Intranet позволяет им взаимодействовать с прикладной задачей автоматизации как с простой web или war-страницей;

- использование свободного программного обеспечения снижает финансовые затраты, необходимые для внедрения системы.

Тем не менее, имеется ряд недостатков:

- при коммутации пакетов данных нужна промежуточная буферизация, которая вносит в процесс доставки сообщений задержку, а при переполнении промежуточных буферов возможны потери данных;

- системы являются уязвимыми для кибератак, т. к. используются стандартные средства защиты – разграничение доступа пользователей с разными уровнями доступа данных, а также использование разных методов шифрования данных.

Анализ программно-инструментальных комплексов для реализации АСУЗ показал неоспоримые преимущества WebSCADA перед классическими SCADA-системами: кроссплатформенность, мобильность, использование бесплатного ПО. Целесообразно для дальнейших исследований использовать технологии WebSCADA.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (госконтракт 16-38-00628).*

#### **Список литературы**

1. Кудрявцева М.Е. Системы автоматизации зданий: внедрение и экономическая оценка // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2012. – № 2. – С. 260–263.
1. Чергинец О.А. Ресурсосберегающие технологий интеллектуальных зданий// Перспективное развитие науки, техники и технологий. – 2013. – С. 384–387.
2. SCADA-система Trace Mode / сост. И.П. Ефимов, Д.А. Солюянов. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 158 с.

УДК 004

## **КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДОБЫЧИ НА СЛОЖНЫХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

Чередниченко К.А., Семенов Н.М.  
Научный руководитель: Семенов Н.М.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: kostya92\_18@mail.ru*

#### **Введение**

В настоящее время можно видеть быстрое развитие новых технологий связанных с производством нефти. В последнее десятилетие была разработана концепция интегрированных операций, что привело к улучшению операций, управлению месторождением, и производством в рамках математической оптимизации интегрированных моделей.

Данная работа развивает концепцию комплексной оптимизации добычи на сложных нефтяных месторождениях, которые имеют инфраструктуру со сложной степенью свободы маршрутизации, ограничениями емкости пласта, ограничения давлений скважины путем подачи газа. В качестве примера с доступными числовыми данными в работе рассматривается месторождение в Бразилии Urucu [2].

### Формулировка модели оптимизации производства

Месторождение нефти можно рассматривать как ориентированный граф, как показано на рис.1 [3]. Множество узлов  $N$  есть объединение множества скважин  $W = \{1, \dots, W\}$ , множество коллекторов  $M = \{1, \dots, M\}$ , множество сепараторов  $S = \{1, \dots, S\}$ , множество соединений к газопроводам  $C = \{1, \dots, C\}$ , и множество терминалов газопровода  $T = \{1, \dots, T\}$ .

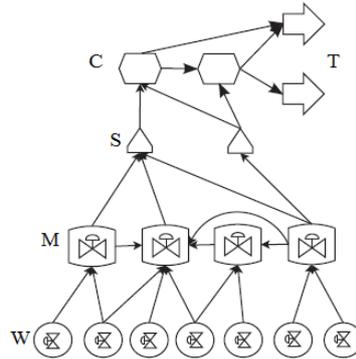


Рис. 1. Образец производственной сети

Многофазный поток жидкости через сеть узлов и трубопроводов можно описать следующим уравнениями

$$q_w = q_w(u_w), w \in W, \quad (1a)$$

$$q_i = \sum_{j:(i,j) \in P} q_{i,j}, i \in (N \setminus T \cup S), \quad (1b)$$

$$\varepsilon^s q_s = \sum_{j:(s,j) \in P} q_{s,j}, s \in S, \quad (1c)$$

$$\sum_{i:(i,j) \in P} q_{i,j} = q_j, j \in (N \setminus W), \quad (1d)$$

$$\sum_{j:(i,j) \in P} z_{i,j} \leq 1, i \in N, \quad (1e)$$

$$0 \leq q_{i,j} \leq q_{i,j}^{max} z_{i,j}, (i,j) \in P, \quad (1f)$$

где  $u_w$  – нормализованное забойное давление;  $q_w$  – вход потока в сеть из скважины  $w$  с характеристикой  $q_w(u_w)$ , которая является нелинейной функцией, относящиеся  $u_w$  к производству на каждой фазе;  $q_i$  – скорость трехфазного потока, протекающего через узел  $i$ ;  $q_{i,j}$  – скорость потока от трехфазного узла  $i$  до  $j$ ;  $z_{i,j}$  – бинарная переменная, которая принимает значение 1, если жидкость из узла  $i$  направлен на  $j$ , и 0 в противном случае;  $q_{i,j}^{max}$  – максимальная, пропускная способность трубопровода  $(i,j)$  для газа, нефти и воды;  $\varepsilon^s$  –  $R^{3 \times 3}$  матрица моделирования эффективности сепаратора  $s \in S$ .

Уравнение (1a) описывает добычу флюида. Уравнения (1b)–(1d) описывают баланс сохранения массы добытого флюида в сети. Неравенства (1e) и (1f) устанавливают, что каждому узлу в графе разрешено иметь только один выход.

Для описания потока жидкости от одного узла к нескольким узлам необходимы нелинейные модели, чтобы представить разделение потока нефти, поскольку поток в трубопроводах зависит от выходного давления, режима течения жидкости и геометрии оборудования [1]. Справедливым предположением является то, что добытый флюид сохраняет свой состав на всех выходах, что позволяет представить сетевое перераспределение потока в виде простых моделей.

Тем не менее, такие модели состоят из нелинейных отношений, которые требуют новых кусочно-линейных приближений. Чтобы избежать этих нелинейных моделей предложено для узлов разрешить иметь один выход, который описывается введенным неравенством (1e).

Ограничениями системы сбора на расход флюида являются:

$$\begin{aligned}\sum_{w \in W} q_w &\leq q^{max}, \\ q_i &\leq q^{i,max}, i \in N, \\ u_w^{min} &\leq u_w \leq u_w^{max}, w \in W,\end{aligned}$$

где  $q^{max}$  – максимальное производство для каждой фазы с учетом всех скважин в производственной сети. Если скважины производят газа (воду) посредством подземного конуса то, как правило, устанавливается максимальные ограничение на производство газа (воды);  $q^{i,max} = (q_g^{i,max}, q_o^{i,max}, q_w^{i,max})$  – максимальная пропускная способность узла  $i$  для трехфазного потока (газ, нефть вода).

Забойное давление связано с расходом жидкости.  $u_w^{min}$  – минимальное забойное давление которое рекомендуется инженером по разработке и эксплуатации месторождений. Минимальное забойное давление устанавливается, чтобы избежать эрозионных эффектов из-за высокой скорости жидкости. Путем ограничения забойного давления  $u_w^{max}$  снижается пластовое давление, что не допускает закрытия скважины.

Падение давления через трубопроводы должно быть промоделировано, чтобы гарантировать направление потока жидкости из за максимальных ограничений давления на технологических объектах.

Для моделирования ограничений давления, переменные абсолютного давления связаны с каждым узлом в сети производства. Падение давления через контролируемые трубопроводы также определены и контролируются. Поскольку давление в конечных пунктах газопроводов контролируются, то они считаются известными параметрами модели [2].

Для простоты, функция падения давления будет написана просто с точки зрения расхода жидкости  $\Delta p_{i,j}(q_{i,j})$  или более кратко  $\Delta p_{i,j}$ . Пусть  $z_{i,j}$  будет двоичной переменной, указывающей, является ли трубопровод активным, тогда падение давление и абсолютное давление могут быть связаны:

$$-L_p(1 - z_{i,j}) \leq p_i - p_j - \Delta p_{i,j} \leq U_p(1 - z_{i,j}), (i,j) \in P, i \notin W, \quad (2a)$$

Абсолютное давление на устье скважины рассчитывается как функция забойного давления.

Задаваемая переменная  $u_w$ , забойное давление и многофазный поток скважины  $W$  рассчитываются, делая возможным получение давление на устье  $p_w$  с помощью падения давления вдоль труб (VLP уравнений). Отсюда следует, что абсолютное давление и падение давления в сети моделируют с использованием следующих уравнений:

$$\begin{aligned}p_{i,j} &= \Delta p_{i,j}, (i,j) \in P \\ p_w &= p_w(u_w), w \in W \\ -L_p(1 - z_{i,j}) &\leq p_i - p_j - p_{i,j}, (i,j) \in P \\ p_i - p_j - p_{i,j} &\leq U_p(1 - z_{i,j}), (i,j) \in (P \setminus W_M)\end{aligned}$$

Ограничения давления затем добавляют к системе следующим образом:

$$p_i \leq p_i^{max}, i \in (S \cup M), \quad (3a)$$

$$p_s^{min} \leq p_s, s \in S, \quad (3b)$$

$$p_m + p_{w,m} - L_p(1 - z_{w,m}) \leq p_w^{max}, (w, m) \in W_M, \quad (3c)$$

$$p_m + p_{w,m} - L_p(1 - z_{w,m}) \leq p_w, (w, m) \in W_M, \quad (3d)$$

где  $p_i$  – абсолютное давление в узле  $i$ ;  $p_{i,j}$  – падение давления в трубопроводе от  $i$  до  $j$ ;  $p_t$  – контролируемое абсолютное давление в точке терминала трубопровода  $t$ ;  $p_i^{max}$  – максимальное абсолютное давление допускаемое для узла  $i$ ;  $p_s^{min}$  – минимальное абсолютное давление,

позволяемое сепаратором  $s$ ;  $p_w^{max}$  – максимальное абсолютное допустимое давление вниз по течению подсоса скважин  $w$ .

Ограничения (3a) – пределы (3c) – пределы давления состояния в сетевых элементах, в то время (3d) гарантирует направление потока через штуцер.

### Постановка задачи

Задача оптимизации производства с учетом ограничений по потоку жидкостей, давлений и маршрутов определяется следующим образом

$$\begin{aligned} p: \max \sum_{w \in W} q_w^0, \\ \text{s. t. : } q &\leftarrow F_M(u, z), \\ F_C(q, u) &\leq 0, \\ p &\leftarrow P_M(q, z), \\ P_C(p, z) &\leq 0, \end{aligned}$$

где  $u, z, q$  и  $p$  векторы, группирующие нормализованные давление столба жидкости в скважине, решения о маршрутизации, фазовые скорости, и переменные давления;  $F_M$  – компактная форма представления уравнений модели потока коллектора;  $F_C$  является компактная форма, представляющая ограничения потока сепаратора с указанием ограничения;  $P_M$  представляет собой моделирование давления для узлов;  $P_C$  представляет ограничения давления.

### Заключение

В статье представлена постановка задачи оптимизации для старых нефтяных месторождений, таких как Угуси. Такие месторождения имеют скважины, дающие продукцию с появлением газового конуса, ограничивающего возможности добычи и имеют сложную инфраструктуру трубопроводов с коллекторами, сепараторами, и соединениями газопроводов.

Оптимизация может быть использована в качестве инструмента поддержки принятия решений для выполнения ежедневного планирования, когда скважины должны пройти тесты по добыче.

### Список литературы

1. Kosmidis B., Perkins J.D., Pistikopoulos E.H. Оптимизация нефтяной скважины. Распределение скорости в нефтяных месторождениях // *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2004. – 534 с.
2. Ван П., Литвак М., и Азиз К. Оптимизация производства старых месторождений // *In Proc. 17th world petroleum congress*. Brazil: Rio de Janeiro, 2002. – 102 с.
3. Аларкон Г.А., Торрес С.Ф., Гомес Л.Е. Глобальная оптимизация распределения газа в группе скважин в области искусственного подъема с использованием нелинейного программирования с ограничениями // *Journal of Energy Resources Technology*, 2002. – 268 с.

УДК 004

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕСНОЙ ПЛАТФОРМОЙ

Черных А.А.

Научный руководитель: Тутов И.А.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: russk1j@mail.ru*

*В статье рассказывается про разработку колесной платформы и применение глобальной навигационной системы для ее навигации в пространстве.*

*The article is about the wheel platform development and its navigation using global navigation systems.*

**Ключевые слова:** микроконтроллер, курс, GPS модуль, колесная платформа.

**Key words:** microcontroller, course, GPS module, wheeled platform.

### Введение

Мобильные робототехнические системы применяются сегодня в самых разных отраслях. Большое количество роботов, ориентированных на работу на открытом пространстве и в идеале должны уверенно перемещаться в незнакомой и непредсказуемой обстановке реального мира. Для успешной навигации в пространстве бортовая система робота должна уметь строить маршрут, управлять параметрами движения (задавать угол поворота колес и скорость их вращения), правильно интерпретировать сведения об окружающем мире, получаемые от датчиков, и постоянно отслеживать собственные координаты. Один из вариантов определения пространственных координат – использование GPS навигации.

### Конструкция платформы и элементная база

В качестве экспериментальной платформы использовалась мобильная полноприводная колесная платформа с рулевым управлением на основе принципа Аккермана.

*Оборудование:*

- Отладочная плата с микроконтроллером Atmega 2560;
- GPS модуль u-blox 6;
- Мобильная колесная платформа 30×40 см с рулевым управлением на основе принципа Аккермана (рис. 1).
- Силовой модуль с драйвером L298N.

Для управления вращением двигателя используется силовая часть, основанная на драйвере двигателя постоянного тока L298N. Управляющий сигнал подается с микроконтроллера на драйвер. К драйверу подключен внешний источник питания 5В. Данный драйвер способен выдерживать ток до 2А на канал, что достаточно для управления данным двигателем. Также драйвер позволяет управлять скоростью двигателей с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ).



*Рис. 1. Мобильная колесная платформа 30×40 см*

### **Принцип движения робота по глобальной навигационной системе**

Прием географических координат и вычисление требуемого курса для робота по формулам. Рассматриваем две точки, координата одной из которых определена GPS модулем (текущая координата робота), а вторая – это наша цель (путевая точка). Находим курс в градусах. Ниже представлен листинг фрагмента кода, написанный на языке C++ по расчету требуемого курса.

```
dlon = radians(targetLong-currentLong); // targetLong - долгота путевой точки
// currentLong - долгота текущей точки
cLat = radians(currentLat); // currentLat - широта текущей точки
tLat = radians(targetLat); // targetLat - широта путевой точки
d1 = sin(dlon) * cos(tLat);
d2 = sin(cLat) * cos(tLat) * cos(dlon);
d2 = cos(cLat) * sin(tLat) - d2;
d2 = atan2(d1, d2);
targetHeading = degrees(d2); // targetHeading - курс в градусах
```

Требуется также определять текущий курс робота, как и требуемый, и по ошибке компенсировать поворотом рулевого механизма до совпадения текущего курса робота с требуемым. На достоверность курса будет влиять точность GPS. Из проведенных опытов с данным модулем заявленная точность в 2,5 метра была подтверждена, но в некоторые моменты из-за ухудшения приема сигнала наблюдались выбросы. Это может быть с любым подобным модулем, что существенно может повлиять на значение курса в некоторый момент времени при расчете, особенно если робот находится уже непосредственно вблизи первой маршрутной точки. Поэтому дальше будет рассмотрена задача фильтрации в реальном времени.

### **Заключение**

Для дальнейшей отладки и апробации алгоритма системы навигации робота была собрана платформа под управлением AVR микроконтроллера ATmega 2560 с подбором элементной базы. Рассмотрен алгоритм вычисления требуемого курса движения робота по GPS

данным и написана по нему программа на языке C++. Следующим этапом будет рассмотрена задача фильтрации потока GPS данных, а также метод определения текущего курса робота.

### Список литературы

1. Навигация мобильных роботов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.computer-museum.ru/frgnhist/robonav.htm> Режим доступа: свободный (дата обращения: 15.02.2016)
2. Datasheet на микроконтроллер ATmega 2560.
3. Datasheet на GPS модуль U-blox NEO 6m.
4. Баранов В.Н. Применение Микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. – Додэка-XXI.

УДК 004

## ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ С ГАЗОРАЗРЯДНЫМИ ИНДИКАТОРАМИ

Демченко А.А.

Научный руководитель: Тутов И.А., ассистент кафедры ИКСУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: [aaa55@tpu.ru](mailto:aaa55@tpu.ru)

### Введение

В данной статье рассказывается об опыте создания часов с газоразрядной индикацией. Часы в наше время не утратили актуальности. Темп жизни современного общества требует контроля времени, фиксации его затрат и ресурсного отношения. Мобильный телефон, в современности, имеющийся у каждого, для этой задачи не подходит, – его не удобно каждый раз доставать из кармана или сумки. Поэтому удобней было бы использовать настольные часы. Кроме того, настольные часы считаются необходимой частью любого интерьера с точки зрения психологии – наблюдение за сменой секунд на табло помогает сконцентрироваться и перевести дух.

### Разработка конструкции часов

Была поставлена задача создать часы, отвечающие следующим требованиям: индикация осуществляется с помощью газоразрядных индикаторов; установка времени должна производиться с помощью кнопки-энкодера; должен присутствовать будильник; при отключении питания от сети не должно обнуляться время; часы должны быть реализованы на микроконтроллере семейства AVR; при отключении питания от сети не должен прекращаться отсчет времени, должна только отключаться индикация.

Часы представляют собой несколько таймеров, каждый из которых отвечает за свои функции. *Timer0* отвечает за динамическую индикацию цифр на табло. *Timer1* отвечает за сигнал будильника. *Timer2* отвечает за непосредственный отсчет времени в часах. Функции *time\_h\_inc* и *time\_h\_dec* отвечают за счет часов времени в диапазоне от 0 до 23, а функции *time\_m\_dec* и *time\_m\_inc* отвечают за то, чтобы минуты времени не выходили за диапазон 0-59. *Time\_s\_dec* и *time\_s\_inc* выполняют аналогичную функцию для секунд. Функции *time\_alarm\_h\_inc*, *time\_alarm\_h\_dec*, *time\_alarm\_m\_inc*, *time\_alarm\_m\_dec*, *time\_alarm\_s\_inc*, *time\_alarm\_s\_dec* выполняют функции, аналогичные функциям, используемым в часах без приставки «alarm». Вращение энкодера по часовой стрелке инициирует запуск функции

*encoder\_inc*, которая меняет выбранное значение на большее, а вращении против часовой стрелки запускает функцию *encoder\_dec*, уменьшающую выбранное значение на индикаторе. функция *encoder\_touch* запускается при нажатии на энкодер и переключает разряд, на котором происходит изменение значения. Функция *encoder* производит опрос состояния энкодера (нажата кнопка, поворот по часовой стрелке, поворот против часовой стрелки, состояние бездействия).

На рис. 1 представлен граф состояний часов.

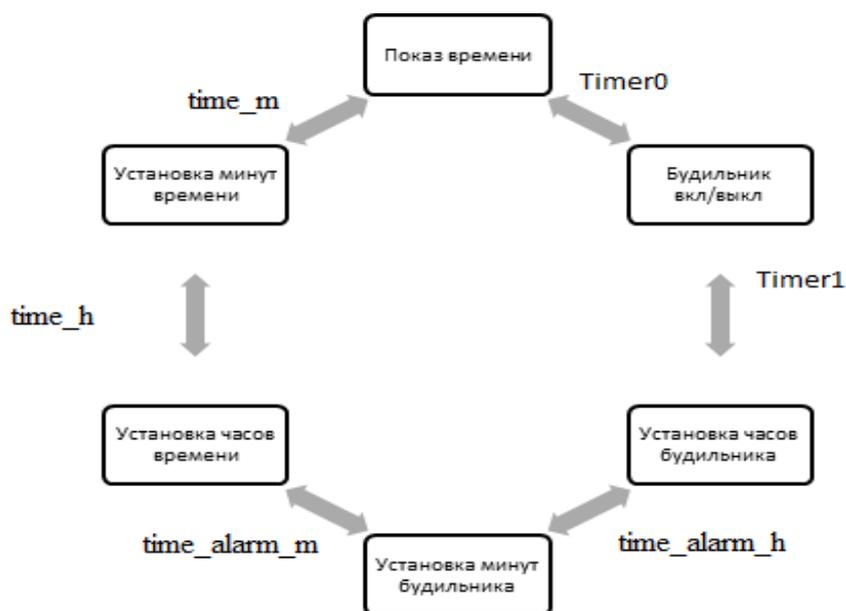


Рис. 1. Граф состояний часов

Питание схемы осуществляется от сети 220 вольт. Трансформатор преобразует 220 вольт в стандартное напряжение с помощью первой обмотки. Этим напряжением питается микроконтроллер и динамик будильника. Вторая обмотка дает напряжение 40 вольт. С помощью преобразователя, состоящего из микросхемы LM2596, диода VD5, резисторов R1, R2, индуктивности L1 и конденсатора C3, преобразуется в 27 вольт, необходимых для питания газоразрядных индикаторов. Индикаторы управляются матричным способом. Матрица образована транзисторам VT1-9. Тактовая частота часов задается кварцевым резонатором с частотой 32768 герц. Элемент питания BA1 обеспечивает работу микроконтроллера (но не индикатора и динамика) в момент, когда нет питания от сети, что обеспечивает бесперебойную работу устройства

На рис. 2 представлена принципиальная схема часов.

### Список литературы

1. Электронный ресурс «atmel.com», техническая документация микроконтроллера ATmega8. Режим доступа [http://www.atmel.com/images/atmel-2486-8-bit-avr-microcontroller-atmega8\_1\_datasheet.pdf]
2. Краткий справочник конструктора радиоэлектронной аппаратуры / под ред. Р.Г. Варламова. – М.: Советское радио, 1972. – 856 с.: ил. – Библиогр. в конце глав.

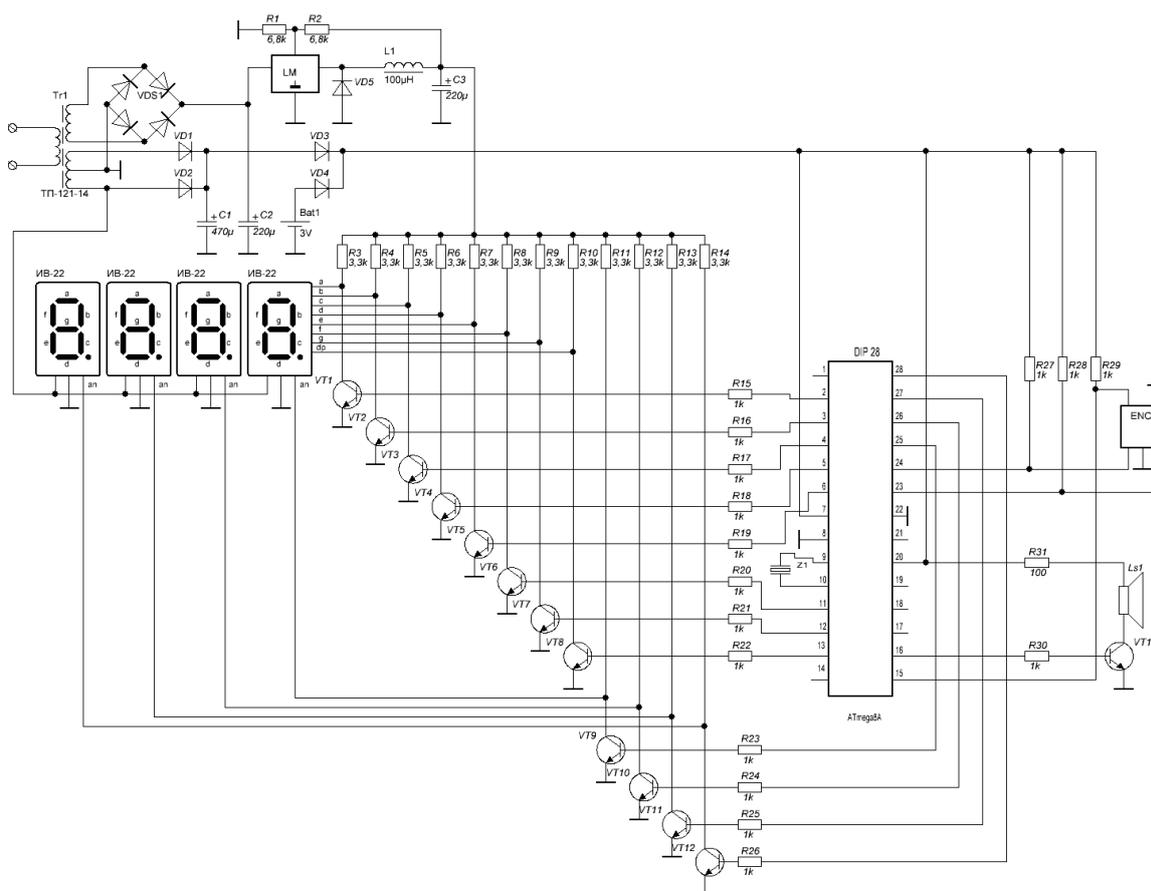


Рис. 2. Принципиальная схема часов

УДК 004

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЕПАРАЦИЕЙ С ПОВЫШЕНИЕМ КОНТРОЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ НЕФТЕГАЗОВОЙ СМЕСИ

Дуткевич И.П.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: igord\_91@mail.ru

### Введение

В процессе добычи из нефтяных скважин извлекается смесь, состоящая из нефти, сопутного нефтяного газа, воды и механических примесей. Для транспортировки продукции по магистральным нефтепроводам нефть должна быть освобождена от воды, газа и очищена от посторонних примесей. Эту задачу выполняет устройство, называемое нефтегазосепаратором (НГС) [1,2].

### Математическое описание данного решения

Для постановки задачи повышения эффективности сепарации формализуем происходящие процессы на основе их математического описания. Средний размер пузырьков газа в

турбулентном потоке нефти на входе НГС определяется в зависимости от плотности и вязкости нефти, поверхностного натяжения на границе раздела фаз, диаметра трубопровода и скорости течения смеси по формуле:

$$d_r = \begin{cases} 1,4DW_e^{0,6}, & \text{при } W_e^{0,6}R_e^{0,56}F_r^{-0,5} \leq 1,36; \\ 1,9DF_r^{0,5}R_e^{-0,56}, & \text{при } W_e^{0,6}R_e^{0,56}F_r^{-0,5} > 1,36, \end{cases} \quad (1)$$

где  $W_e$  – число Вебера, которое отражает соотношение между силой поверхностного натяжения и силой инерции и определяется по формуле:

$$W_e = \frac{\sigma_{сг}}{\rho_c D \omega^2}, \quad (2)$$

где  $\sigma_{сг}$  – поверхностное натяжение на границе газ – дисперсионная среда;  $\rho_c$  – плотность дисперсионной среды  $D$  – внутренний диаметр трубопровода;  $R_e$  – число Рейнольдса;  $w$  – средняя скорость течения;  $F_r$  – число Фруда, которое характеризует отношение силы инерции и силы тяжести:

$$F_r = \frac{\omega^2}{gD}, \quad (3)$$

Математическая модель сепарации должна учитывать зависимость пропускной способности сепаратора (производительности) от размеров его камер и требований к характеристикам товарной нефти. Необходимый объем, заполняемый жидкостью, определяется из соотношения:

$$V_c = 0,25Q_{ж}, \quad (4)$$

Рекомендуемый объем, заполняемый жидкостью, составляет треть объема технологической емкости. Необходимое условие эффективного выделения газа из нефти –  $\{v_{ж} < \omega_r, t_{ж} > t_r\}$ , где  $v_{ж}$  – скорость стока жидкости из сепаратора;  $\omega_r$  – скорость всплывания пузырьков газа в жидкости;  $t_{ж}$  – время всплывания жидкости в сепараторе;  $t_r$  – время всплывания пузырьков газа из жидкости.

Математическая модель сепарации должна учитывать зависимость пропускной способности сепаратора (производительности) от размеров его камер и требований к характеристикам товарной нефти. Тогда пропускная способность сепаратора по жидкости определяется в соответствии с формулой:

$$v_{ж} = \frac{Q_{ж}}{86400S}, \quad (5)$$

Необходимо учитывать также явления, связанные с пенообразованием и наличием в первой камере сепаратора так называемого промслоя, представляющего собой эмульсию нефти и воды. Учесть перечисленные явления в рамках детерминированной математической модели не представляется возможным, поэтому для количественной оценки эффективности предлагается использовать метод имитационного моделирования [2, 3].

Увеличение числа ступеней сепарации более двух незначительно изменяет характеристики нефти, однако приводит к существенному удорожанию нефтегазосборной системы. Поэтому в данной работе поставлена задача модернизации обычного трехфазного горизонтального нефте-газосепаратора с целью повышения его эффективности.

Для этого в известную схему автоматизированного управления НГС, содержащую вентиль 1, датчик давления 2, аварийный датчик жидкости 3, мультифазный датчик жидкости 4, датчик жидкости 6, датчик расхода газа 7, датчики расхода нефти 8 и воды 13, насосные установки для нефти 9 и воды 12, вводятся датчики давления первой камеры 11 и второй камеры 10, а также датчик температуры 5 (рис. 1).

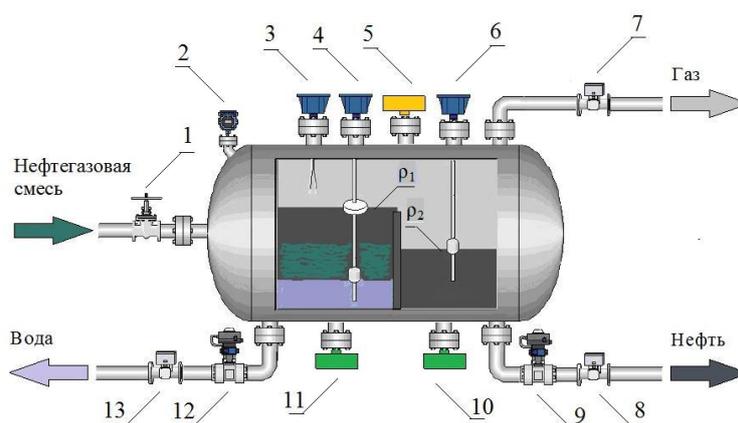


Рис. 1. Горизонтальный трехфазный нефтегазосепаратор с дополнительно установленными датчи-ками давления жидкости и температуры

Эффективность сепарации определяется степенью очистки газа от капельной жидкости и жидкости от газа, предельной средней скоростью газа

в свободном сечении сепаратора и времени задержки жидкости в сепараторе. Последний фактор зависит, в том числе от времени разделения нефтесодержащей смеси в первой камере сепаратора. Рис. 2 наиболее соответствует реальной ситуации, поскольку сама эмульсия по составу и плотности (градиентная эмульсия) неоднородна, что затрудняет управление процессом сепарации только с помощью датчиков уровня.

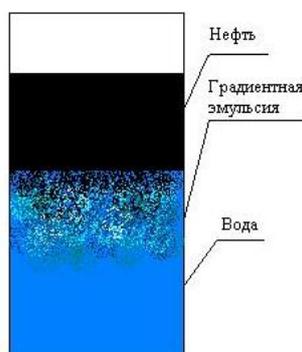


Рис. 2. Соотношение нефти, эмульсии и воды в первой камере сепаратора

Независимо от формы резервуара сила давления на дно зависит только от площади поверхности, испытывающей давление, глубины заполнения  $h_{ж}$  и плотности жидкости  $\rho_{ж}$ , т. е. не зависит от количества жидкости в НГС [2]. Тогда плотность жидкости в камерах определяется как:

$$\rho = \frac{\rho_{д} - \rho_{н}}{gh_{ж}}, \quad (3)$$

Основным контролируемым параметром при этом будет разность плотностей жидкости в камерах (дифференциальная плотность), определяемая формулой:

$$\Delta\rho = \rho_1 - \rho_2, \quad (4)$$

где  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  – плотности жидкости в первой и второй камерах соответственно.

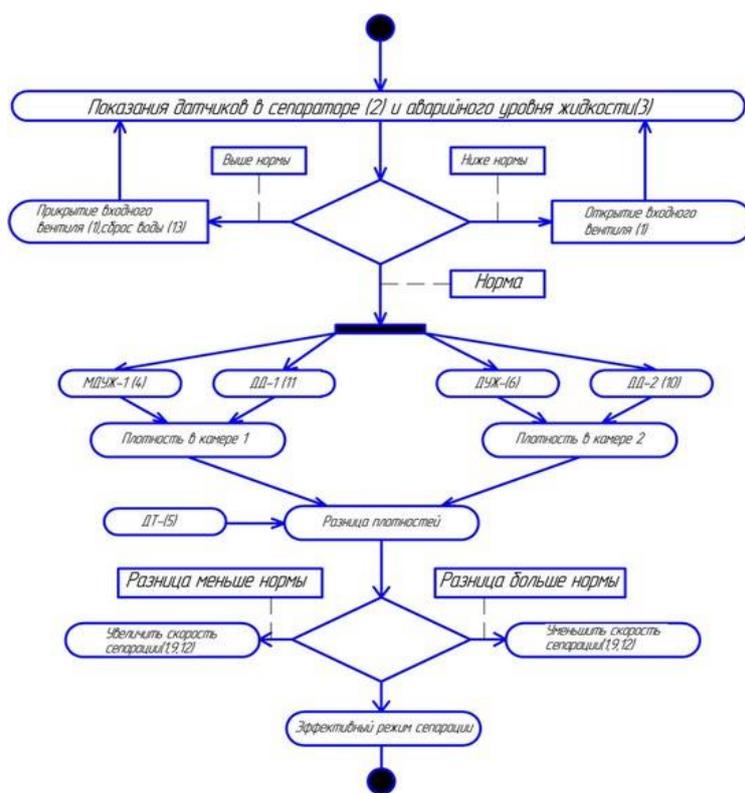


Рис. 3. Алгоритм повышения эффективности режима сепарации

Алгоритм автоматического поддержания эффективного режима сепарации, учитывающий фактор неоднородности эмульсии, представлен на рис. 3. В первую очередь проверяются показания аварийных датчиков давления и уровня жидкости в НГС. При соответствии норме измеряются показания мультифазного датчика уровня 4 и датчика давления 1 для определения плотности жидкости  $\rho_1$  в первой камере НГС. Аналогично измеряются показания датчика уровня 6 и датчика давления 2 для определения плотности жидкости  $\rho_2$  во второй камере НГС. На основании этих данных определяется дифференциальная плотность. В случае отклонения показаний от заданного значения на исполнительные устройства 1, 9, 12 подаются управляющие сигналы. Плотность воды при температуре 20 °С составляет 0,998 г/см<sup>3</sup>, плотность нефти порядка 0,850 г/см<sup>3</sup> [5]. Плотности воды и нефти по-разному изменяются с изменением температуры [4], с целью коррекции этой разницы введен датчик температуры 5. Данный алгоритм работы НГС является упрощенным. Его цель – реализовать повышение эффективности сепарации с помощью контроля дифференциальной плотности нефтегазовой смеси.

### Заключение

Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- Эффективность рассматривается как максимальная производительность нефтегазо-сепаратора, при которой качество получаемой нефти соответствует принятым нормам.
- Введение в схему сепаратора датчиков давления жидкости первой и второй камер НГС, а также датчика температурной коррекции позволяет повысить эффективность сепарации.

### Список литературы

1. Нефтегазовая микроэнциклопедия. – М.: Российский университет нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. – 345 с.
2. Автономный автоматизированный комплекс управления нефтегазосепаратором [Электронный ресурс]: <http://neftegaz.ru/anali>
3. Жданов О.П., Шаталов В.И. Система измерения уровня и межфазных границ многокомпонентных продуктов УМФ300 в решении актуальных технологических задач подготовки нефти // Сфера. Нефть и Газ. – 2011. – № 1. – С. 34–40.
4. Заргарьян К.Р. Специализированные датчики давления для нефтяной, химической и газовой промышленности [Электронный ресурс]: <http://www.bdsensors.ru/pdf/articles/special.pdf>
5. ГОСТ 3900-85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности [Электронный ресурс]: [http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/558493/neft\\_i\\_nefteprodukty\\_metody\\_opredeleniya\\_plotnosti.pdf](http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/558493/neft_i_nefteprodukty_metody_opredeleniya_plotnosti.pdf)

УДК 004

## СТАБИЛИЗАЦИЯ АПЕРИОДИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА ИНТЕРВАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНО-РОБАСТНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЮСОВ

Хожаев И.В., Езангина Т.А.

Научный руководитель: Гайворонский С.А.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: [khozhaev.i@gmail.com](mailto:khozhaev.i@gmail.com), [eza-tanya@yandex.ru](mailto:eza-tanya@yandex.ru)

*The paper is dedicated to a development of a method of an adaptive control system synthesis. The main aim of considered research is to develop a method of synthesizing a control system, capable to keep stable desired control quality despite uncertain parameters. The research resulted into the method based on a previously developed robust control system synthesis method and system poles allocation according to a domination principle. The method allows to synthesize a system with an aperiodic transient process, having constant setting time and zero overshoot despite uncertain parameters.*

**Key words:** control system, adaptive control, robust control, interval parameter, system pole, domination principle, aperiodic transient process.

**Ключевые слова:** система управления, адаптивное управление, робастное управление, интервальные параметры, полюсы системы, принцип доминирования, аperiodический переходный процесс.

### Введение

Адаптивно-робастный подход к размещению полюсов систем с интервальными параметрами позволяет одновременно учесть неопределенность параметров системы и точно задать желаемое качество регулирования. Разработаем методику синтеза адаптивно-робастного регулятора, обеспечивающего в интервальной системе аperiodический переходный процесс с постоянными значениями показателей качества.

### Разработка методики синтеза адаптивно-робастного регулятора

Качество переходного процесса в системе управления определяется расположением ее полюсов. Согласно принципу доминирования для обеспечения апериодического процесса необходимо разместить желаемым образом один доминирующий вещественный полюс, а остальные – максимально удалить от доминирующего. Ранее была разработана методика синтеза, позволяющая размещать доминирующий вещественный полюс в заданном интервале. Данная методика основана на представлении интервального характеристического полинома системы в виде:  $D(s) = A(s, s_0) \cdot B(s, \bar{K}, \bar{q}) + R(\bar{K}, \bar{q})$ , где  $s_0$  – интервальный доминирующий полюс системы, определяющий качество переходного процесса;  $\bar{K}$  – вектор параметров регулятора;  $\bar{q}$  – вектор интервальных параметров системы. При этом полином  $A(s, s_0)$  определяет положение доминирующего полюса; полином  $B(s, \bar{K}, \bar{q})$ , являющийся результатом деления  $D(s)$  на  $A(s, s_0)$ , определяет положение всех прочих полюсов;  $R(\bar{K}, \bar{q})$  – остаток от этого деления. Таким образом, задача размещения полюсов системы желаемым образом сводится к нахождению параметров регулятора, обеспечивающих одновременно равенство  $R(\bar{K}, \bar{q})$  нулю и гарантированную степень устойчивости  $B(s, \bar{K}, \bar{q})$ . При этом, коэффициенты свободного полинома и значение остатка вычисляются по формулам:

$$[b]_i = [b]_{i+1} + [a]_{i+2} \cdot [s_0]^i; i \in n-1 \dots 0; R(\bar{K}, \bar{q}) = \sum_{i=0}^m a_i \cdot [s_0]^i = D([s_0]).$$

Сформулируем алгоритм размещения вещественного доминирующего полюса системы с помощью адаптивно-робастного ПИ-регулятора. Для его параметрического синтеза необходимо задать значение доминирующего полюса системы; вычислить  $R(K_p, K_I, \bar{q})$ ; вычислить  $K_I(K_p, \bar{q})$  из условия равенства  $R(K_p, K_I, \bar{q})$  нулю; рассчитать коэффициенты свободного полинома  $B(s, K_p, \bar{q})$ ; вычислить значение пропорционального коэффициента ПИ-регулятора  $K_p$ , при котором корни свободного полинома лежат левее прямой  $\text{Re}(X) = \delta$ ; подставив найденное значение  $K_p$  в выражение  $K_I(K_p, \bar{q})$ , получить функциональную зависимость между значениями интервальных параметров системы и интегральным коэффициентом ПИ-регулятора.

### Числовой пример применения методики

Пусть передаточная функция объекта управления имеет вид:

$$W(s, p_0, p_1, p_2) = (p_2 \cdot s^2 + p_1 \cdot s + p_0)^{-1},$$

где  $p_0 = [10;15]$ ,  $p_1 = [2;3]$ ,  $p_2 = [0.05;0.15]$  – интервальные параметры системы. Необходимо обеспечить апериодический переходный процесс длительностью в 6 с. Желаемой длительности переходного процесса соответствует доминирующий полюс  $s_0 = -0,5$ . Для минимизации влияния свободных полюсов расположим их левее прямой  $\text{Re}(X) = -10$ .

Подставив  $s_0 = -0,5$  в выражение остатка, найдем зависимость между параметрами регулятора, обеспечивающую желаемое расположение доминирующего полюса:  $K_I(K_p, p_0, p_1, p_2) = 0,5 \cdot (K_p + p_0) - 0,25 \cdot p_1 + 0,125 \cdot p_2$ . Найдем выражение для свободного полинома:  $B(s, K_p) = [0.05;0.15] \cdot s^2 + [1.925;2.975] \cdot s + K_p + [8.512;14.037]$ . Проведем D-разбиение

в плоскости параметра  $K_p$ , получим, что при  $K_p > 5.113$  все свободные полюса системы располагается левее прямой  $\text{Re}(X) = -10$ . Выберем  $K_p = 6$ .

Подставив найденное значение  $K_p$  в выражение для  $K_I$ , получим зависимость коэффициента интегральной составляющей регулятора от параметров системы:  $K_I(p_0, p_1, p_2) = 0.5 \cdot p_0 - 0.25 \cdot p_1 + 0.125 \cdot p_2 + 3$ . На рис. 1 изображена область возможного расположения полюсов системы и соответствующая ей переходная характеристика.

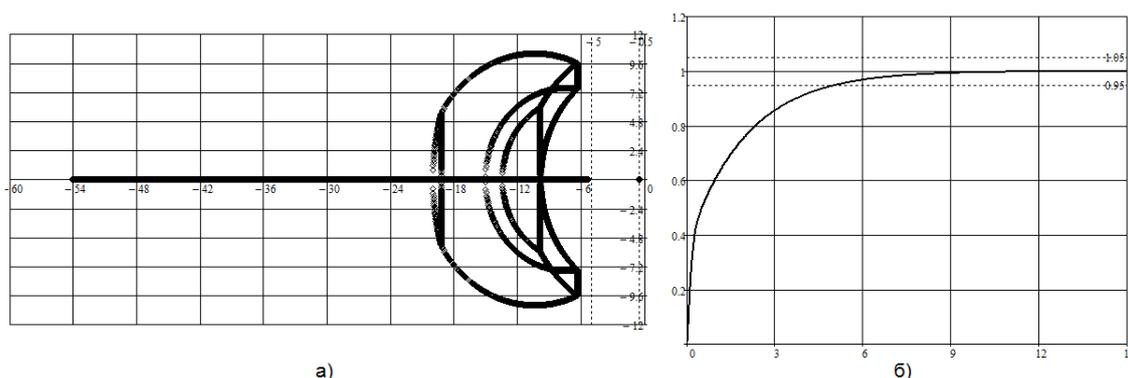


Рис. 1. Полученная система: а) корневой годограф; б) переходная характеристика

Из рис. 1 видно, что задача синтеза решена: стабилизирован апериодический переходный процесс необходимой длительности при любых значениях интервальных параметров.

### Заключение

Разработанная методика синтеза адаптивно-робастных регуляторов позволяет проектировать системы управления, учитывая неопределенность параметров модели объекта управления; при этом способность регулятора к адаптации обеспечивает более стабильные значения прямых показателей качества, чем при использовании только робастных настроек регуляторов.

УДК 004

## МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ СОЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ковригина Т.С.

Научный руководитель: Берестнева О.Г., д.т.н., профессор

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: kovriginatasia@gmail.com

*This article is devoted software for analytics subsystem of multifunctional web portal for social researches and notes some aspects of the analysis module design. Also it summarizes the elements of the Data Mining concept, used in the current system.*

**Key words:** XML, data analysis, data mining.

**Ключевые слова:** XML, анализ данных, сбор информации.

## Введение

Актуальность задачи создания информационных технологий для поддержки различного рода социальных и психологических исследований не вызывает сомнений. На протяжении нескольких лет подобные исследования ведутся и в научно-учебной лаборатории информационных технологий в социальных и медицинских исследованиях Института кибернетики Томского политехнического университета. В частности, был разработан многофункциональный портал MULTINTEST и соответствующие приложения (для профориентации абитуриентов ТПУ и оценки компетентности студентов IT-специальностей).

Единожды достигнутые результаты социологических исследований требуют непрерывного уточнения, подтверждения и корректировки в условиях быстрого изменения экономической, политической и социальной обстановки.

### Формулирование требований к системе

Научно-учебной лабораторией информационных технологий в социальных и медицинских исследованиях разрабатывается тестовый портал (сайт). В данный момент работа идёт над аналитическим модулем, к которому выдвинуты следующие требования:

- доступ через сеть Internet посредством браузера;
- интуитивно понятный интерфейс;
- возможность обработки данных, хранящихся в файлах различных типов;
- анализ получаемых результатов;
- разделение прав доступа пользователей различных категорий.

### Этапы социологического исследования

Для создания модели разрабатываемой информационной системы необходимо обозначить основные этапы любого социологического исследования. На первом этапе формулируются основные задачи исследования. Второй этап – сбор необходимой для работы информации, в частности, именно на этом этапе определяется способ получения информации. На третьем этапе производится обработка полученной информации. На заключительном этапе проводится статистический анализ данных, на основе которого будут получены выводы и рекомендации.

### Подсистема сбора данных

Областью применения разрабатываемой подсистемы в данном случае являются обработка показателей участников онлайн-тестирования, в том числе анонимных, накопленные в базе данных портала.

Для описания тестов и методик используется универсальный формат представления данных XML, что позволит, например, для создания новых тестов включаемых в портал, применять сторонние программы, в том числе обычные редакторы текста. В этом же формате осуществляется и хранение в базе данных информации о результатах тестирования, из чего следует, что аналитический модуль, обрабатывающий данные результаты, должен иметь инструменты для работы с XML-файлами. Разрабатываемый модуль должен быть доступен через сеть Internet, требуется провести его тестирование на наиболее распространённых браузерах (Internet Explorer v7 и выше, Mozilla v3 и выше Opera v9 и выше и т. д.). Сервис должен позволять разделение пользователей на различные категории, несущие различные функции и осуществлять разделение прав доступа различных категорий, гарантируя безопасность хранения информации и защиту от несанкционированного доступа.

### Список литературы

1. Компьютерные методы обработки данных: обзор статистических пакетов [Электронный ресурс] URL: <http://denisvolkov.com/wp-content/uploads/2011/03/КМОД-0.pdf> доступ свободный
2. Берестнева О.Г., Фисоченко О.Н., Моисеенко А.В., Щербаков Д.О. Разработка профориентационной системы поддержки принятия решения для абитуриентов Национального исследовательского Томского политехнического университета [Электронный ресурс] // Интернет журнал Науковедение, 2013. – №. 4. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/77pvn413.pdf>
3. Моисеенко А.В., Берестнева О.Г., Щербаков Д.О. Развитие информационного ресурса для оценки компетентности ИТ-специалистов//Информационные и математические технологии в науке, технике, медицине: труды Всероссийской конференции с международным участием. – Томск, 2012 г. – Т.2 – С. 12–14.
4. Берестнева О.Г., Муратова Е.А. Компьютерный анализ данных. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 144 с.
5. Zharkova O.S., Berestneva O.G., Moiseenko A.V., Marukhina O.V. Psychological Computer Testing Based on Multitest Portal // World Applied Sciences Journal. 2013. – №. 24. – P. 220–224.
6. Berestneva O.G., Marukhina O.V., Fisochenko O.N., Romanchukov S.V. Information technology assessment of competence of technical university students 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON): proceedings, Omsk, May 21–23, 2015. – Новосибирск: IEEE Russia Siberia Section, 2015.

УДК 004

## РАЗВИТИЕ ЧАСТОТНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Маслов В.Е.

Научный руководитель: Гончаров В.И., д.т.н., профессор каф. ИКСУ ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: wado93@mail.ru*

*Some of the most popular methods of engine diagnostics are presented in this article and the task of using frequency-time autocorrelation function as a method of diagnostics is set.*

**Key words:** *diagnosis, internal combustion engine, frequency analysis, frequency-time autocorrelation function*

**Ключевые слова:** *диагностика, двигатель внутреннего сгорания, частотный анализ, частотно-временная корреляционная функция*

Диагностирование автомобильного двигателя является важным мероприятием при проверке автомобилей, поскольку своевременное устранение неисправностей и дефектов существенно продлевает срок безотказной работы автомобиля, уменьшает риски, связанные с их внезапными отказами. На сегодняшний день большую популярность получают безразборные методы диагностики двигателей, поскольку они являются оперативными и безопасными, не связанными с повреждением двигателя в процессе его разборки – сборки.

В рассматриваемых двигателях цилиндропоршневая группа работает в тяжелых условиях: высокая температура, агрессивная внешняя среда, большие циклические нагрузки и т. д. Эти и другие причины обуславливают интенсивное изнашивание деталей, что может

приводить к тяжелым последствиям, например, прорыву газов из камер сгорания в картер, увеличению шума и вибрации и другим негативным явлениям.

Диагностика двигателей обычно является комплексной, использующей сразу несколько способов. Ниже перечислены некоторые наиболее распространенные методы диагностики двигателей.

Общая проверка мощности двигателя и экономичности его работы. Мощность двигателя внутреннего сгорания обуславливается следующими факторами: износ деталей цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, неисправность клапанов, седел, систем питания, охлаждения и смазки. Двигатель считают неисправным, если его мощность снижается более чем на 6 %. Недостаток метода связан с тем, что он не позволяет определить вид неисправности, лишь фиксирует ее наличие.

Диагностирование, основанное на непосредственном измерении физических параметров двигателя. Такой способ исследования по сути объединяет группу различных методов, основанных на условном разделении двигателя на несколько блоков, например, цилиндропоршневую группу, кривошипно-шатунный механизм, топливную систему и т. д. Имеется возможность определить место и характер неисправности, однако в большинстве случаев необходимо проводить значительное число часто непростых измерений, связанных во многих случаях с разборкой двигателя.

Электронная диагностика двигателя. К такой диагностике относят методы, использующие специальные устройства, например, сканеры, мотор-тестеры и подобные аппаратно-программные устройства. По сути они представляют собой регистрирующие приборы, близкие, в частности, к осциллографам, способные в автоматизированном режиме осуществлять диагностические операции. Основное отличие таких устройств друг от друга заключается в области применения этих приборов [1].

Частотные методы и приборы на их основе можно рассматривать как развитие предыдущего – электронного – направления в диагностике двигателей. Общим для них является исследование частотных свойств сигналов, генерируемых двигателем. На сегодняшний день в качестве измеряемых параметров чаще всего фигурируют частота вращения коленчатого вала и уровень акустического шума, создаваемого двигателем [2, 3].

Недостатки методов и подходов, реализующих это направление, связаны с необходимостью получения показаний двигателей, работающих на фиксированной частоте, которую не всегда можно точно выставить. Кроме того, а также в большинстве своем они требуют знания виброакустических характеристик исправного двигателя.

Развитие частотного подхода основано на привлечении корреляционного анализа, который в своей основе обеспечивает повышение точности измерений [4]. Трудность практического использования этого аппарата связана с проблемой выделения спектров полезного сигнала и помехи. В этом отношении важна работа [5], в которой используется частотно-временная корреляционная функция, позволяющая частично уменьшить указанные трудности.

Суть метода заключается в следующем: при помощи двух или более датчиков вибрации, установленных на двигателе, фиксируются сигналы, используемые в дальнейшем для получения автокорреляционной и частотно-временной автокорреляционной функций. Их анализ, во-первых, позволяет достаточно обоснованно осуществить фильтрацию сигналов и, позволяет оценить место, в котором расположен источник сигналов, т. е. узел, который приближается к отказу. Имеются положительные результаты экспериментов применения метода для диагностики двигателей автомобилей [6, 7].

Применение метода может существенно увеличить скорость технического обслуживания и его качество, а также позволит точно определить месторасположение дефекта в двигателе без его разбора. Еще одно преимущество метода заключается в локализации неисправности, не требуя эталонного сигнала, полученного с исправного двигателя.

В данной работе были рассмотрены основные диагностики двигателей внутреннего сгорания. Выделен метод частотно-временной автокорреляционной функции как имеющий существенные практические преимущества. В то же время очевидна необходимость развития этого подхода, т. к. проблема фильтрации помех остается резервом для повышения точности локализации узлов и механизмов, которые могут быть неисправными.

### Список литературы

1. Диагностирование двигателей внутреннего сгорания. «Строй-техника.ру». [Электронный ресурс] URL: <http://stroy-technics.ru/article/diagnostirovanie-dvigateleri-vnutrennego-sgoraniya>. Дата обращения: 02. 03.2016.
2. Диагностика двигателя по сигналу датчика частоты вращения коленвала. «Injectorservice.com.ua» [Электронный ресурс] URL: [http://injectorservice.com.ua/docs/publications/2010\\_09\\_10\\_css\\_script.pdf](http://injectorservice.com.ua/docs/publications/2010_09_10_css_script.pdf). Дата обращения: 02. 03.2016.
3. Чабан А.С., Ничога Л.А. Устройство для виброакустической диагностики двигателей. Электронная библиотека патентов «FindPatent.ru» URL:<http://www.findpatent.ru/patent/71/714207.html>. Дата обращения: 02. 03.2016.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. // Изд. «Питер», Санкт-Петербург, 2002 г.
5. Аврамчук В.С., Чан В.Т. Частотно-временной корреляционный анализ цифровых сигналов // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – С. 112–115.
6. Аврамчук В.С., Казьмин В.П. Анализ сигналов вибрации двигателя внутреннего сгорания // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – С. 69–73.
7. Ле Ван Туа. Диагностика двигателя внутреннего сгорания при анализе сигналов вибрации // Молодежь и современные информационные технологии. – 2014. – С. 252–253.

УДК 004

## РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Маткасым Н.Н.

Научный руководитель: Аксёнов С.В.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: Nazerke\_vip777@mail.ru*

За последние несколько лет интерес к искусственным нейронным сетям возрастает ввиду возможностей их применения в задачах распознавания образов, задачах управления, прогнозирования и т. д. Алгоритмы обучения построены на основе принципов организации и функционирования биологических нейронных сетей. Мозг человека состоит из очень большого числа *нейронов*, соединенных многочисленными связями. Каждый нейрон обладает множеством свойств, общих с другими органами тела. Однако ему присущи абсолютно уникальные способности: принимать, обрабатывать и передавать электрохимические сигналы по нервным путям, которые образуют коммуникационную систему мозга. Искусственные нейронные сети индуцированы биологией, так как состоят из элементов, функциональные возможности которых аналогичны большинству элементарных функций биологического нейрона [1].

Остановимся подробнее на **распознавании образов**. Это научное направление, связанное с разработкой принципов и построением систем, предназначенных для определения принадлежности объекта к одному из классов объектов. Под объектами в распознавании образов понимают: различные предметы и явления, процессы и ситуации, сигналы и т. п. [2]. Системы распознавания имеют следующую типичную функциональную схему: входные данные, подлежащие распознаванию, подаются на вход системы и подвергаются предобработке с целью их преобразования в необходимый для следующего этапа вид или для выделения из них необходимых характерных признаков. Далее на этапе принятия решения над обработанным массивом данных производится ряд вычислений и на основе их результатов формируется ответ, содержащий ожидаемые от системы сведения о входных данных. Содержание входных и выходных данных определяется назначением системы [3].

В данной работе автор произвел моделирование однослойной и многослойной нейронной сети в программе Matlab (рис. 1). Инструментарий распознавания образов использовался для распознавания цифр. Он осуществляется с помощью программы «Qt Creator» (рис. 2). В ней вычисляются синхронные операции. Рассматривается модели цифр 1 и 4. Черная клетка на +1, а белая клетка на -1 равно. Таким образом,  $N=8 \times 5=40$  нейронов, значить из 8 строк и из 5 столбцов состоит.

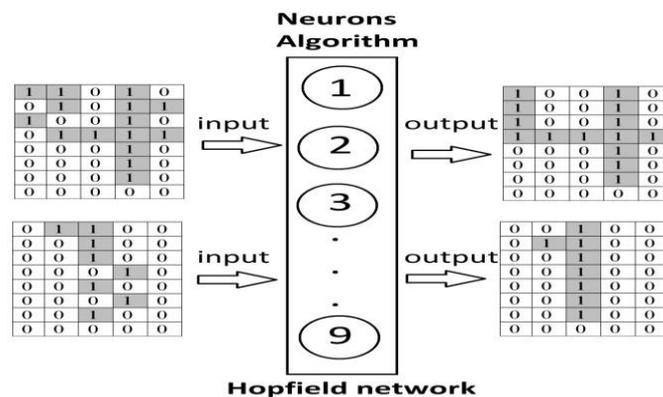


Рис. 1. Цифра, полученная с помощью нейронной сети Хопфилда

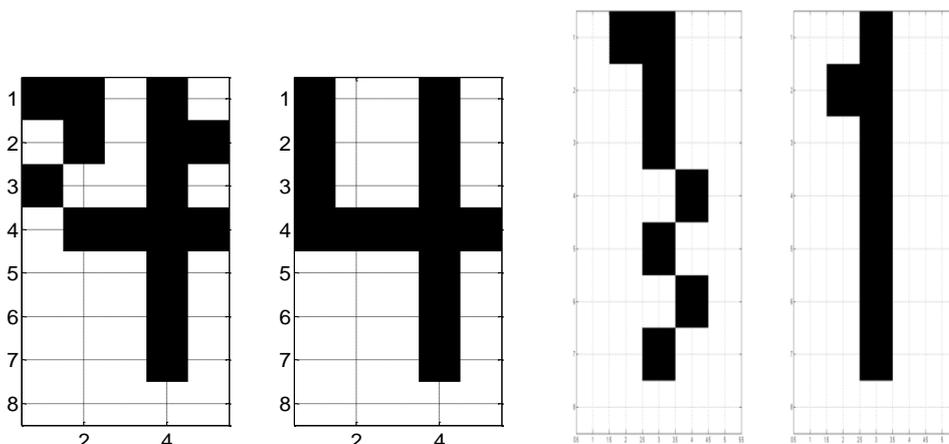


Рис. 2. Полученную с помощью нейронной сети Хопфилда цифру можно увидеть в программе Qt Creator

### Заключение

Развитие теории искусственных нейронных сетей всегда вызвало немало энтузиазма и критики. Тем не менее, нейронные сети уже сейчас с успехом используются в системах управления, распознавание образов, предсказания и диагностики, то есть там, где традиционные вычисления слишком трудны.

В данной работе рассмотрена искусственная нейронная сеть. Произведено распознавание цифр 1 и 4 в программе Matlab при помощи нейронной сети Хопфилда. Для распознавания образа цифры нам помогла программа Qt Creator.

### Список литературы

1. Хайкин С. Нейронные сети. – М.; СПб.; Киев, 2006. – 89 с.
2. Willi-Hans Steeb. The Nonlinear workbook – Third Edition. World Scientific Publishing Co. Pre.Ltd.; 2005, pp. 294–299.
3. Шибзухов З.М. Некоторые вопросы теоретической нейроинформатики. В кн.: XIII Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика–2011». Лекции по нейроинформатике. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – С. 44–72.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА SCADA СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТРОЛЛЕРА ARDUINO UNO

Осипова К.А., Суходоев М.С.

Научный руководитель: Суходоев М.С., к.т.н., доцент каф. АИКС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: osipovaksenia21@gmail.com*

*В статье рассказывается про установление связи микроконтроллера Arduino UNO с OPC сервером с использованием протокола Modbus и разработкой SCADA системы отображения информации от ультразвукового датчика измерения расстояния hc-sr04.*

*The article tells about the connection of Arduino UNO microcontroller to OPC server using Modbus protocol and developing SCADA system with ultrasonic distance measurement hc-sr04 mimic scheme.*

**Key words:** microcontroller, OPC, Modbus, Arduino, SCADA

**Ключевые слова:** микроконтроллер, OPC, Modbus, Arduino, SCADA

### Введение

В настоящее время системы автоматического управления не обходятся без SCADA-систем, поскольку они позволяют отображать, обрабатывать и архивировать данные технологического процесса в режиме реального времени в удобной для оператора форме.

### Постановка задачи

Для внедрения SCADA-систем требуется наличие связи между датчиками, контроллером и автоматизированным рабочим местом. В роли связующего звена выступает OPC сервер. Исходя из этого была поставлена задача по настройке Arduino с OPC сервером по протоколу Modbus. Для реализации данной концепции была выбрана плата Arduino UNO с микро-

контроллером ATmega328, ультразвуковой датчик hc-sr04, программный пакет MasterSCADA, MasterOPC.

### Принцип работы

Принцип работы ультразвукового датчика hc-sr04 основан на излучении ультразвука и его отражения от объекта. Способен измерять расстояние от 2 до 450 см.

Сигнал, поступивший с датчика, обрабатывается микроконтроллером, который связан с ПК при помощи USB кабеля.

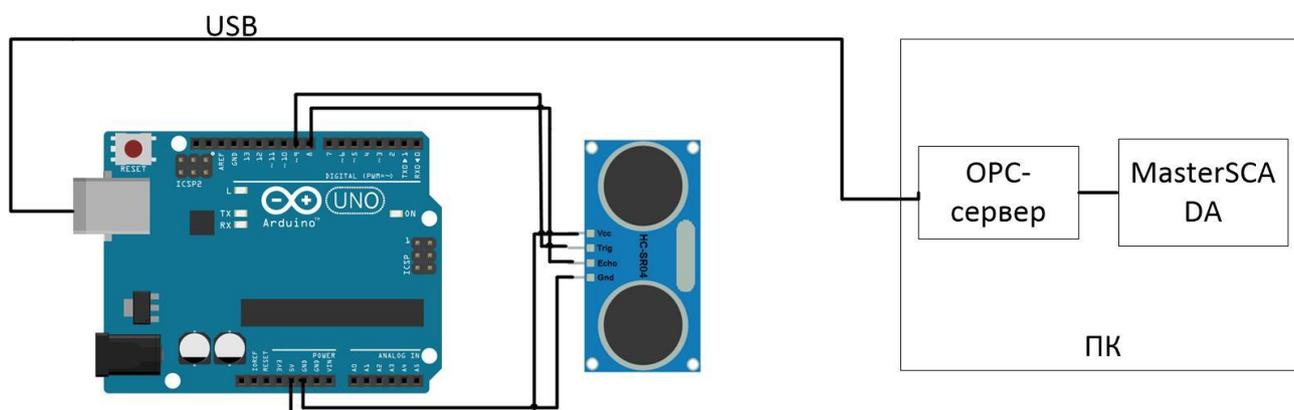


Рис. 1. Схема стенда

К микроконтроллеру подключена библиотека SimpleModbusforArduino, которая преобразует данные, полученные с датчика и отправляет их по протоколу ModBus в OPC-клиент. В качестве примера приведен фрагмент кода библиотеки, осуществляющий конфигурацию по протоколу Modbus, где в качестве параметров используются: последовательный порт, скорость порта, контроль четности, адрес ведомого, разрешающий вход, регистры.

```
modbus_configure(&Serial, 115200, SERIAL_8N2, 1, 2, HOLDING_REGS_SIZE, holdingRegs);
modbus_update_comms(115200, SERIAL_8N2, 1);
```

Modbus – открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый (master-slave), который широко применяется в промышленности для организации связи между электронными устройствами. Одним из преимуществ является отсутствие необходимости в специальных интерфейсных контроллерах и простота реализации. Кроме того, Modbus совместим с большим количеством оборудования и имеет высокую достоверность передачи данных, связанную с применением надежного метода контроля ошибок. Modbus используют для предоставления данных OPC клиентам.

Практически любой современный SCADA-пакет представляет собой OPC клиент. В свою очередь, стандарт OPC обеспечивает возможность работы средств автоматизации, функционирующих на разных платформах, в разных промышленных сетях и производимых разными фирмами.

Таким образом, программный пакет MasterSCADA получает с OPC-сервера данные и реализует визуализацию.

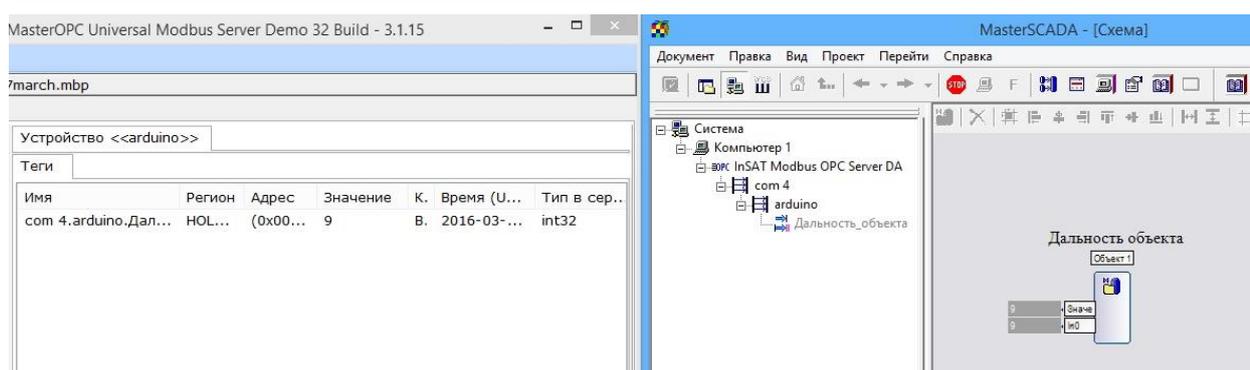


Рис. 2. Пример работы программы

### Заключение

Таким образом, в результате работы был настроен протокол Modbus для связи Arduino с MasterSCADA через OPC сервер и протестирован на примере подключения ультразвукового дальномера. В дальнейшем результаты работы будут использованы для реализации системы автоматического регулирования гидравлическим объектом путем подключения дополнительных датчиков и исполнительных устройств к микроконтроллеру.

### Список литературы

1. Энциклопедия АСУ ТП [Электронный ресурс] // SCADA-пакте: функции, свойства, безопасность URL: [http://www.bookasutp.ru/Chapter9\\_2.aspx](http://www.bookasutp.ru/Chapter9_2.aspx) (дата обращения: 10.03.2016)
2. Энциклопедия АСУ ТП [Электронный ресурс] // Промышленная сеть Modbus URL: [http://www.bookasutp.ru/Chapter9\\_4.aspx#Conclusion](http://www.bookasutp.ru/Chapter9_4.aspx#Conclusion) (дата обращения: 10.03.2016)
3. RoboCraft [Электронный ресурс] // Ультразвуковой датчик измерения расстояния HC-SR04 URL: <http://robocraft.ru/blog/electronics/772.html> (дата обращения: 11.03.2016)

УДК 004

## РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА «ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОМЫМ ОБЪЕКТОМ»

Овчинникова А.П.

Научный руководитель: Тутов И.А., ассистент каф. ИКСУ ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: [ovchinnikova.a.p@yandex.ru](mailto:ovchinnikova.a.p@yandex.ru)

*The paper presents the concept of a educational stand. For the object of control is taken of the thermal model of the object. A controlled variable is the temperature.*

**Key worlds:** programmable relay, PID controller, temperature sensor, temperature stabilization, hardware and software system

**Ключевые слова:** программируемое реле, ПИД-регулятор, термодатчик, стабилизация температуры, программно-технический комплекс

## Введение

На современном этапе развития техники и технологий большое значение приобрела автоматизация производства. Регулирование температуры и поддержание ее на заданном уровне является важной задачей во многих отраслях человеческой деятельности – в сельском хозяйстве, нефтегазовой отрасли, в пищевой промышленности. Автоматическое поддержание температуры на заданном уровне необходимо для многих технологических процессов, в том числе и на опасных производствах, например, поддержание температуры в резервуарах нефтехранилищ, поэтому специалистам, работающим с АСУТП, важно уметь создавать и настраивать систему стабилизации температуры.

## Постановка задачи

С целью обучения будущих специалистов по АСУТП разработан учебный стенд «Программно-технический комплекс управления тепловым объектом» на базе кафедры интегрированных компьютерных систем управления института кибернетики.

## Общая концепция

Лабораторный стенд предназначен для нагревания воды в емкости и поддержание ее температуры на заданном уровне. При повышении температуры жидкости возникает проблема ее равномерного нагревания, так как из-за нагревания жидкости не по всему объему, а локально, верхние слои воды нагреваются быстрее, чем нижние, в связи с чем, становится проблематично обеспечение заданной точности. Для решения данной проблемы необходимо осуществлять перемешивание воды при ее нагреве. Для этого используются два насоса и вторая (первоначально пустая) емкость. При перекачивании жидкости из одной емкости в другую и обратно, происходит ее перемешивание.

Измерение температуры осуществляется двумя датчиками температуры – термосопротивлением и термопарой. Благодаря функции резервирования датчиков в ПИД-регуляторе ОВЕН ТРМ251 (рис. 1), в случае отказа основного датчика происходит автоматическое включение резервного. При повышении температуры жидкости выше 80 °С происходит аварийное отключение питания стенда и сигнализация о выходе регулируемой величины за допустимые пределы. Управление нагревательным элементом происходит так же через ТРМ251 при подключении его через реле к соответствующему выходу регулятора.



Рис. 1. Программный ПИД-регулятор ОВЕН ТРМ251



Рис. 2. Программируемое реле ОВЕН ПР114

Управление насосами осуществляется с помощью программируемого реле ОВЕН ПР114 (рис. 2). Благодаря тому, что устройство не содержит заранее написанной программы в своей памяти, существует возможность создания собственной программы управления подключенными устройствами. К выходам программируемого реле подключаются насосы и в зависимости от заданного алгоритма, происходит их включение и выключение.

### Вывод

Разработана концепция учебного стенда для улучшения навыков создания, наладки и настройки автоматизированных систем управления температурой.

### Список литературы

1. Программируемое реле ОВЕН. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.owen.ru/catalog/programmiruемое\\_rele\\_pr114/opisanie](http://www.owen.ru/catalog/programmiruемое_rele_pr114/opisanie) (дата обращения 12.03.2016)
2. Программный ПИД-регулятор. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.owen.ru/catalog/programmij\\_pid\\_regulyator\\_oven\\_trm251/opisanie](http://www.owen.ru/catalog/programmij_pid_regulyator_oven_trm251/opisanie) (дата обращения 12.03.2016)
3. ГОСТ 21.404-85 СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST\\_2140485\\_SPDS\\_Avtomatizaci.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_2140485_SPDS_Avtomatizaci.html)

УДК 004

## РЕКУРСИВНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВАРОЧНОЙ ЦЕПИ С ПОМОЩЬЮ РАСШИРЕННОГО ФИЛЬТРА КАЛМАНА

Пякилля Б.И.

Научный руководитель: Гончаров В.И.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: pakillaboris@gmail.com*

*This paper presents results of welding circuit parameters estimation using Extended Kalman filter. The nonlinear estimation problem is solved during welding process in real-time with uncertainty conditions. In summary, the estimates of inductance and resistance between electrodes are presented. The estimation results are offered with figures and description in the end of the paper.*

**Key words:** *parameter estimation, welding process, extended Kalman filter, spot welding, recursive estimation.*

**Ключевые слова:** *оценивание параметров, сварочный процесс, расширенный фильтр Калмана, точечная контактная сварка, рекурсивное оценивание.*

Задача получения требуемого качества сварного соединения во время сварочного процесса всегда имела важное практическое значение. В особенности, важность этой задачи возросла для промышленных процессов контактной сварки, применяемой в автомобильной и авиационной промышленности и занимающей 95 % всех сварочных процессов [1, 2]. В этих отраслях во время производства массовой серийной продукции требуется поддерживать на определенном уровне качество получаемых сварных соединений. Это достигается с помощью использования автоматических систем регулирования тока и напряжения, которые по-

лучая информацию о состоянии сварного соединения через обратную связь, формируют необходимые управляющие воздействия. Обратная связь обычно реализуется с помощью различных акустических датчиков или датчиков температуры, которые, получая фактическую информацию о сварном соединении, отправляют данные в управляющее устройство. Эта информация может описывать температуру сварной точки, плотность сварной точки, динамическое электрическое сопротивление между контактными электродами.

Для нас наибольший практический интерес представляет электрическое сопротивление между электродами т. к. нет необходимости в установке дорогостоящих дополнительных датчиков и вся информация может быть получена на основе датчиков напряжения и датчиков тока (кольцо Роговского, шунты), установленных на сварочную цепь. Для оценивания электрического сопротивления необходимо использовать такие алгоритмы, которые позволяют получать оценку по мере поступления экспериментальных данных – в режиме реального времени. Также эти алгоритмы должны быть способны получать такую оценку, которая бы описывала переменный характер оцениваемого параметра. Дополнительной сложностью является то, что обычно при точном описании протекания процесса контактной сварки, требуется учитывать нелинейный характер связи электрического сопротивления и сварочного тока, протекающего в сварочной цепи. Эта сложность ограничивает диапазон используемых методов.

Основываясь на вышеизложенном, для задачи оценивания переменного электрического сопротивления между контактными электродами с учетом нелинейности происходящих процессов, был выбран расширенный фильтр Калмана [3]. Полное математическое описание системы, связывающее между собой сварочный ток, температуру между контактными электродами и электрическое сопротивление, представляет собой вид:

$$R_{k+1} = (1 + \alpha \Delta T_k) R_k; \Delta T_{k+1} = \frac{I_k^2 R_k \Delta t}{cm}; U_k = I_k R_k (1 + \alpha \Delta T_k),$$

где  $R_k$  – электрическое общее сопротивление на  $k$ -м шаге, Ом;  $I_k$  – значение сварочного тока на  $k$ -м шаге, А;  $\alpha$  – температурный коэффициент сопротивления,  $\Delta T_k$  – изменение сопротивления на  $k$ -м шаге, град;  $U_k$  – напряжение сварочной цепи на  $k$ -м шаге, В;  $c$  – удельная теплоёмкость вещества Дж/(кг·°С);  $m$  – масса вещества, кг;  $\Delta t$  – период дискретизации.

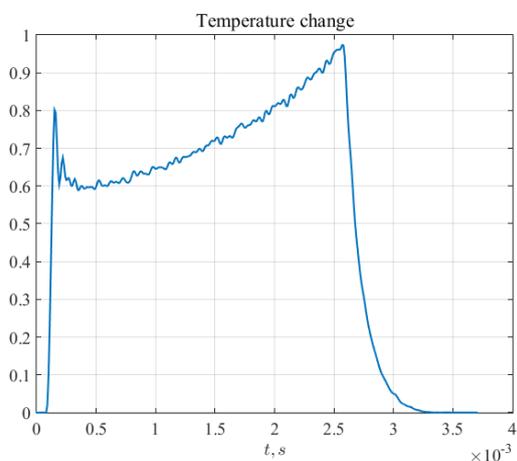


Рис. 1. График оценки изменения температуры  $\Delta T$

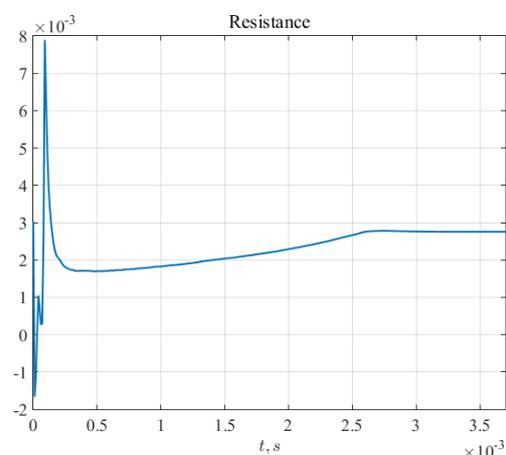


Рис. 2. График оценки изменения сопротивления  $R$

Как видно из рис. 1 и 2, оценки изменения температуры и сопротивления представляют собой кривые, изменяющиеся со временем сварочного процесса. Начальные колебания оценок вызваны неправильным выбором начальных значений. Вид кривой на рис. 1 и значения оценок изменения температуры  $\Delta T$  описывают реальное состояние температуры во время сварочного процесса, её рост, вызванный увеличением сварочного тока, обуславливает рост общего сопротивления  $R(t)$ , имеющего вид:

$$R(t) = R_{св} + r_3(t), \quad (1)$$

где  $R_{св}$  – сопротивление сварочной цепи (ее проводящих частей),  $r_3(t)$  – сопротивление между контактными электродами. Как видно из (1),  $R_{св} = \text{const}$ , а сопротивление между электродами варьируется с течением времени.

Проблемой на данном этапе является то, что оценивание производится без учета ограничений в виде равенств или неравенств на искомые параметры. Этот недостаток может быть устранен в будущем при использовании алгоритмов Moving Horizon Control [3].

### Список литературы

1. Chen Z., Shi Y., Zha H. Evaluating Technology of Spot Weld Quality for Coated High Strength Steel Sheet Based on Ultrasonic Guide Wave // IEEE Ultrasonics Symposium, 2008. – P. 406–409.
2. Wen-Ren Y., Chau-Shing W. Current Measurement of Resistance Spot Welding Using DSP // Tamkang Journal of Science and Engineering. – 2011. – № 14. – P. 33–38.
3. Haseltine E.L., Rawlings J.B. A Critical Evaluation of Extended Kalman Filtering and Moving Horizon Estimation // Texas-Wisconsin Modeling and Control Consortium. Technical report number 2002-03, 2002. – P. 1–48.

УДК 004

## ПЛАНИРОВАНИЕ ПЛАНОВО – ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СИСТЕМ СЕТЕВОГО МОНИТОРИНГА

Рамазанов Р.Н.

Научный руководитель: Комагоров В.П.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: akim92@list.ru*

*Статья посвящена системе по планированию планово-предупредительных работ в корпоративных сетях на основе данных систем сетевого мониторинга. Она позволяет провести мониторинг сети и на основе данных провести работы, направленные на восстановление оборудования, замену деталей, что обеспечивает экономичную и непрерывную работу оборудования.*

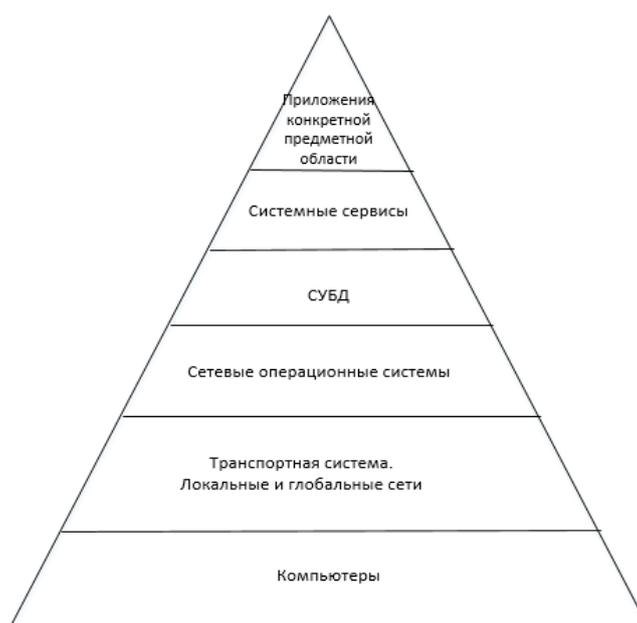
*The article is devoted to the planning system for planning-preventive work in corporate networks based on network monitoring systems. It allows you to carry out network monitoring and based on data conduct work aimed at restoration of equipment, replacement of parts, which provides a cost-effective and continuous operation of the equipment.*

**Ключевые слова:** *сетевой мониторинг, корпоративная сеть, процесс, программное обеспечение, оптимизация.*

**Key words:** *network monitoring, corporate network, process, software, optimization.*

Современные развитые корпоративных сетей передачи данных позволяют компании решить целый ряд задач. Корпоративные сети передачи данных предназначены для обеспечения эффективного функционирования информационной инфраструктуры предприятия.

Корпоративную сеть полезно рассматривать как сложную систему, состоящую из нескольких взаимодействующих слоев. В основании пирамиды, представляющей корпоративную сеть, лежит слой компьютеров – центров хранения и обработки информации, и транспортная подсистема (рис. 1), обеспечивающая надежную передачу информационных пакетов между компьютерами.



*Рис. 3. Иерархия слоев корпоративной сети*

В структуру каждой компании входят различные департаменты, такие как администрация, логистика, бухгалтерия, склад, центр обработки вызовов и др. Каждый департамент может иметь свою базу данных и свою систему управления. Корпоративные сети передачи данных на основе современных решений и технологий помогают объединить информационно-аналитические ресурсы друг с другом, заставить их совместно работать без помех и сбоев.

Вырабатывается алгоритм проведения планово-предупредительного ремонта оборудования, обеспечивающий бесперебойную работу производства в период ремонта. Такая подготовка позволяет осуществлять полный объем ремонтных работ без нарушения нормальной работы предприятия. Для обеспечения функционального состояния оборудования предприятия внедряется система сетевого мониторинга всего оборудования.

Система сетевого мониторинга анализирует в сети – дату установки, версию, количество обновлений и требуемый объем памяти системы. На основании анализа мониторинга составляется перспективный план ремонта. Для сетевого мониторинга используются различные средства, например, OpenNMS (Open Source), Naumen Network Manager и т. д.

Внедрение систем планирования планово – предупредительных работ влияющие на предупреждение износа оборудования и сокращение сроков ремонта оборудования, умень-

шение затрат на ремонт, также способствует повышению эффективности эксплуатации электрооборудования.

### Список литературы

1. Информационные системы: учебное пособие. [Электронный ресурс]// <http://window.edu.ru/resource/260/68260>
2. Информационные системы: учебник // К.В. Балдин, В.Б. Уткин. – М.: Дашков и К, 2015. – 789 с.
3. Информационный портал, посвященный вопросам технологии разработки информационных систем. [Электронный ресурс]// <http://www.osp.ru>

УДК 004

## АКУСТИЧЕСКАЯ КАМЕРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Рыбаков Е.А., Стариков Д.П.

Научный руководитель: Малышенко А.М., профессор кафедры ИКСУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: [evgrybakov@gmail.com](mailto:evgrybakov@gmail.com)

*В статье рассматривается бесконтактный метод диагностики неисправностей насосных агрегатов с использованием разработанного авторами программно-аппаратного комплекса, названного акустической камерой. Информация с сенсоров акустической камеры поступает на программируемый микроконтроллер, обрабатывается и передается на персональный компьютер, где в разработанном авторами программном обеспечении она интерпретируется и обрабатывается для определения неисправностей оборудования.*

*The paper describes contactless pumping units troubleshooting method, pertaining to author, with implementation of the hardware and software system named acoustic camera. Data from the acoustic camera sensors is transmitted to a programmable microcontroller where it is processed and transported to computer. The software interprets it and breaks into arrays. Developed algorithms determine the equipment malfunctions by processing the arrays.*

**Ключевые слова:** Акустическая камера, диагностика, насосный агрегат

**Key words:** Acoustic camera, diagnostic, main pump.

### Введение

Насосные агрегаты на нефтеперекачивающих станциях находятся в работе фактически без остановки, в силу чего к ним предъявляются жесткие требования по эксплуатационной готовности, т. к. бесперебойная работа является важнейшим требованием, предъявляемым к оборудованию нефтегазотранспорта. Значительный разбор насоса с последующим выявлением неисправностей является дорогостоящим мероприятием в силу сложности оборудования, его размеров и веса.

Типовым решением ранней диагностики и сигнализации развития неисправности насосных агрегатов является регулярный мониторинг их состояния с использованием датчиков вибрации корпусных деталей и осевого смещения вала насоса.

Основная задача – это обнаружение и точная локализация неисправности на ранней стадии до этапа её активного проявления.

### Описание и принцип работы акустической камеры

Для решения поставленных задач авторами разработан программно-аппаратный комплекс – «акустическая камера». Он представляет собой камеру, по контуру которой расположены чувствительные элементы (микрофоны). Схема установки имеет следующий вид (рис. 1).

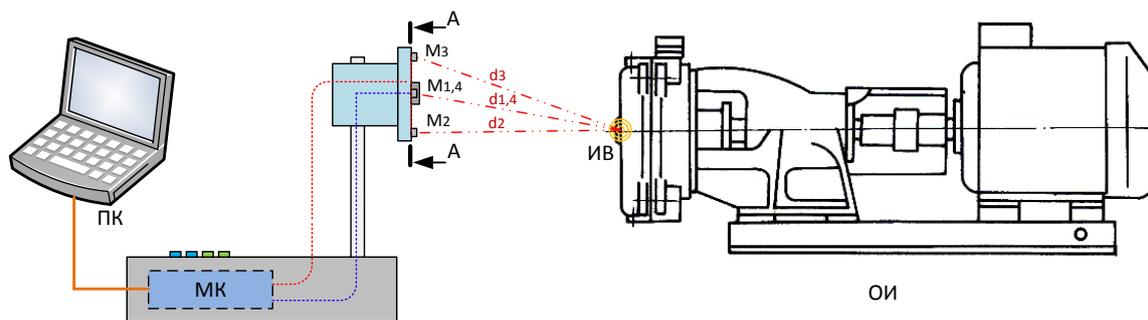


Рис. 1. Схема акустической камеры:

ПК – персональный компьютер; МК – микроконтроллер; ОИ – объект исследования (насосный агрегат); ИВ – источник вибрации;  $M_{1-4}$  – микрофоны;  $d_{1-4}$  – дистанции до источника вибрации

Акустическая камера (АК) направляется на геометрически сложный, массивный объект, каким является насосный агрегат (рис. 1). Звуковая волна до каждого из микрофонов доходит за разное время, что обусловлено разными дистанциями от источника вибрации (ИВ) до каждого из чувствительных элементов. Каждый из четырех микрофонов фиксирует одновременно поступающие звуковые волны и при резком изменении частоты, не соответствующих технологическому процессу (стук, треск и т. п.), акустическая камера фиксирует это и рассчитывает точное расположение в плоскости «некорректного» звука путем наложения вычисленных координат на изображение, полученное с камеры, с учётом расстояний от источника вибрации до микрофонов [1].

Расчет производится с использованием уравнений окружности с центрами в месте расположения микрофонов, где единственная неизвестная переменная – интервал времени прохождения звуковой волны от источника шума до ближайшего микрофона.

Затем из системы уравнений определяется искомый интервал времени, после чего из каждого центра строится окружность, и находится общая точка пересечения с координатами области, которая характеризуется «некорректным» звуком [2].

Микроконтроллер обрабатывает сигналы с аналоговых датчиков (микрофонов), преобразует их в цифровой вид и передает массивы данных на персональный компьютер, где производятся все описанные выше расчеты.

Разработанное программное обеспечение, названное авторами «А-сам», на основе анализа входных массивов создает на видеокadre вероятностный градиент локализации данного «некорректного» звука и масштабирует результат под формат окна камеры (рис. 2) [3].

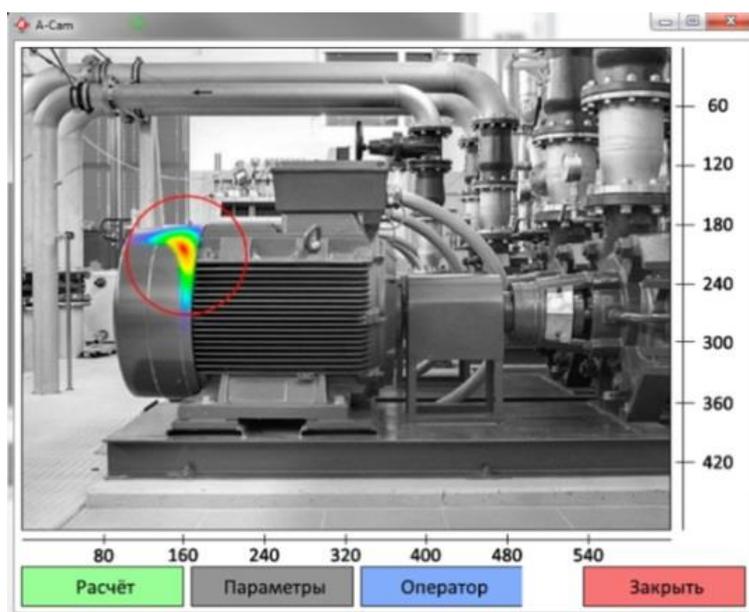


Рис. 2. Окно наблюдения состояния контролируемого агрегата

### Заключение и выводы

Достоинства предложенного авторами комплекса выражаются в экономическом и технологическом эффектах. Основным экономическим эффектом является уменьшение затрат на ремонт оборудования за счет увеличения срока службы агрегата. Основными технологическими преимуществами являются диагностика неисправностей на ранней стадии, за счет анализа программной системой трендов эксплуатационного шума агрегата и точная локализация выявленной неисправности в визуальной плоскости насосного агрегата, перпендикулярно которой направлена акустическая камера.

### Список литературы

1. Рыбаков Е.А., Стариков Д.П., Громаков Е.И., Акустическая камера для проведения экспресс-диагностики насосных агрегатов и компрессорных станций // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов II Международной конференции, Томск, 19–22 Мая 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 2 – С. 61–63.
2. Rybakov E.A., Starikov D.P., Berchuk D.Y., Ultrasonic detection apparatus for scanning 3D objects // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – pp. 738–739.
3. X. Huang Real-time algorithm for acoustic imaging with a microphone array // The Journal of the Acoustical Society of America. – 2009. – Vol. 125. – № 5. – pp. 150–155.

УДК 004

## АППАРАТНЫЙ SCADA ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Стариков Д.П., Рыбаков Е.А.  
Научный руководитель: Малышенко А.М.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: starikov@tpu.ru*

*Предложен аппаратный тренажер оператора для повышения безопасности эксплуатации промышленных объектов. Описана технология взаимодействия тренажера и пользователя. Описан сценарий «Переполнение резервуара».*

*The hardware simulator for production safety increase is being proposed in the article. The technology of interaction between simulator and user is being described. Algorithm of tank's overflow is being denoted.*

**Ключевые слова:** SCADA, тренажер, оператор.

**Key words:** SCADA, simulator, operator.

### Введение

Безопасность функционирования объектов нефтеподготовки и нефтедобычи являются важной задачей. Помимо автоматической системы управления и противоаварийной защиты используется опыт оператора производства по предупреждению возникающих предаварийных режимов работы. Основные действия, которые должен выполнять оператор описаны в технологическом регламенте предприятия, а также в специальных инструкциях для персонала. Однако при современном развитии автоматических средств контроля и управления большинство аварийных ситуаций устраняются системой без помощи персонала. Поэтому очевидным становится факт потери навыка оперативного персонала по устранению и предупреждению таких режимов. Поэтому нефтяные компании начинают рассматривать внедрение тренажеров оператора для подготовки и отработки нештатных ситуаций. Целью данной работы является разработка универсального тренажера оператора.

### Описание тренажера

Предлагаемый тренажер строится по аналогичной структуре, что и классическая САУ. В его состав входит:

- Микроконтроллер (с поддержкой технологии OPC);
- SCADA – пакет;
- АРМ оператора.

Предполагается, что покупается дополнительный микроконтроллер, содержащий в себе сценарные алгоритмы технологического процесса. SCADA и АРМ оператора могут быть такими же, которые используются для реального контроля технологических установок. В микроконтроллере же заложена полная модель, которая по стандарту OPC передает данные симуляции процесса на уровень SCADA. При этом нет особых требований к рабочей станции и к используемому пакету наблюдения, что очень удобно на этапе проектирования.

При использовании такого решения Заказчик экономит время, которое необходимо затратить на обучение персонала, так как тренировки можно проводить еще на этапе строительства объекта. Более наглядно это продемонстрировано на рис. 1.

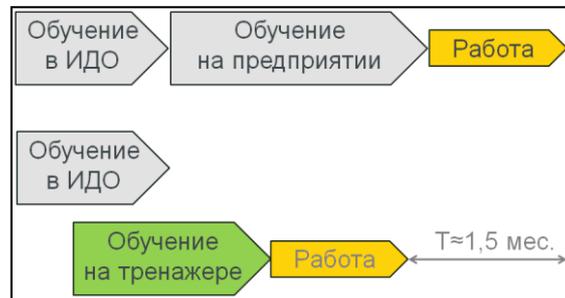


Рис. 1

Для реализации тренажера был использован микроконтроллер на базе процессора AVR. Был написан код, обеспечивающий взаимодействие контроллера со SCADA по стандарту OPC.

При активации тренажера на соответствующей SCADA форме начинается исполнение программы, заложенной в контроллер. В общем случае оператор видит реальную мнемосхему, где один или несколько параметров изменяются, переходя в аварийное состояние. С помощью органов управления аварийные ситуации могут быть предотвращены.

Разработана модель для симуляции сценария «Переполнение резервуара». В этом сценарии при активации тренажера на соответствующем SCADA-экране начинается возрастание уровня жидкости в резервуаре. Оператору предоставлены два органа управления – задвижки, которыми можно опорожнить резервуар и ограничить приток жидкости. Внешний вид мнемокадра приведен на рис. 2.

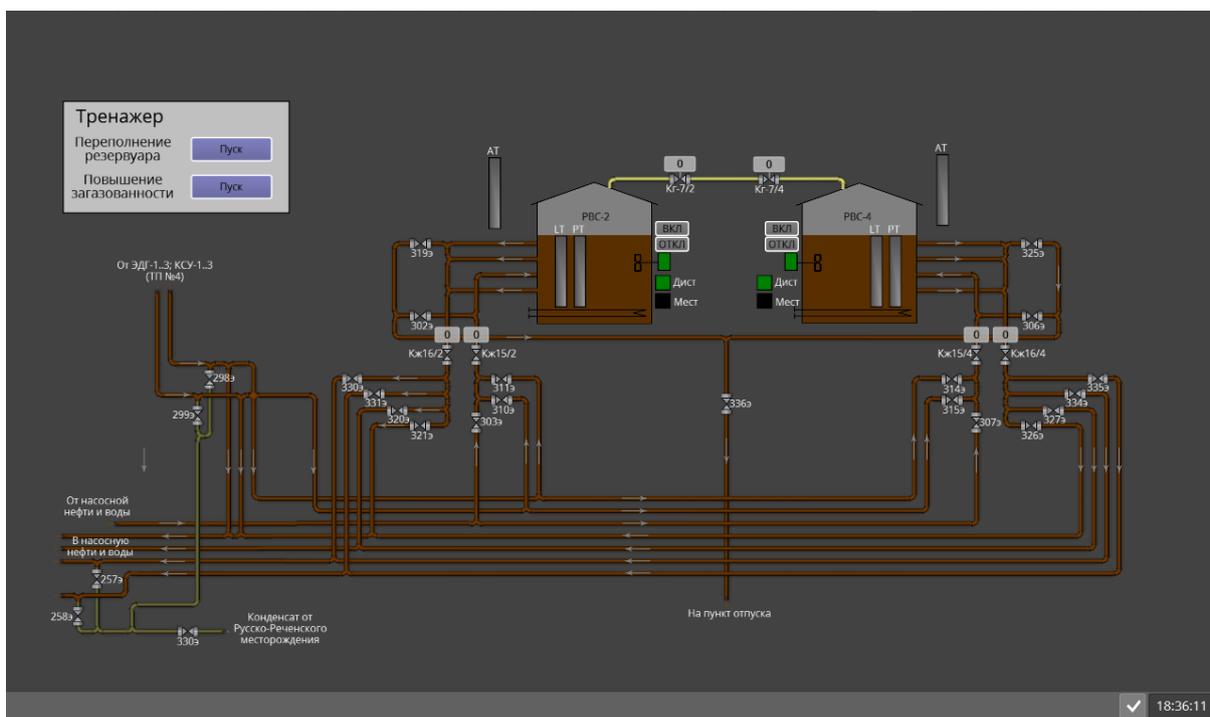


Рис. 2

### Заключение

Таким образом аппаратный SCADA-тренажер эффективен при внедрении в объекты промышленности нефтегазового комплекса. Приведено описание разработанной структуры, показана эффективность при обеспечении безопасности (уменьшение «отказов» оперативно-го персонала). Экономический расчет подтверждает рентабельность инвестиций для тренировки персонала. Срок окупаемости, который составляет менее 3-х лет.

### Список литературы

1. ГОСТ Р МЭК 61511-3-2011. Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 3. Руководство по определению требуемых уровней полноты безопасности.
2. Кукин П.П. Безопасность технологических процессов и производств. – М: Высшая школа, 2002. – 319 с.: ил.
3. Малышенко А.М. Системы автоматического управления с избыточной размерностью вектора управления. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 302 с.

УДК 004

## ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЖУРНАЛОВ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ НА ФОНДЕ СКВАЖИН

Воротов В.Е., Евсюткин И.В., Карождей Д.В.

Научный руководитель: Марков Н.Г., д.т.н., профессор ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: vev1@tpu.ru, pzerag@sibmail.com, karoshdey@mail.ru

*This article describes the solution for the management problem of wells stops schedules changes in an oil and gas production enterprise. There are lots of various arrangements types offered by production departments for wells that lead to wells stops. An information system was elaborated for the solution of this problem. The system automates following tasks: the data collection from production departments, records editing, schedules changes history keeping.*

**Key words:** wells stops schedule, well stock, oil-and-gas production enterprise, information system.

**Ключевые слова:** журнал остановок скважин, фонд скважин, нефтегазодобывающее предприятие, информационная система.

### Анализ проблемы

Фонд скважин нефтегазодобывающего предприятия представляет сложную структуру с множеством взаимозависимых скважин способствующих осуществлению процесса разработки месторождения. На фонде скважин непрерывно планируются и производятся различные виды работ, нацеленные на повышение показателей добычи добываемого сырья (нефти или газа). Существуют следующие два типа мероприятий на скважинах:

Остановки для проведения геолого-технических мероприятий (ГТМ) – наиболее значимые работы, проводящиеся на фонде скважин с целью обеспечения проектных показателей

разработки месторождения (эксплуатации подземного хранилища газа), выполнения требований промышленной безопасности и охраны окружающей среды.

Проведение различного рода исследований на скважинах для получения данных добычи скважин и параметров продуктивных пластов: гидродинамических исследований скважин (ГДИС), газоконденсатных исследований (ГКИ) промыслово-геофизических исследований (ПГИ) и геофизических исследований скважин (ГИС).

Основная проблема состоит в том, что зачастую неизвестно, какие именно мероприятия дадут наилучший положительный эффект. Дополнительные остановки скважин экономически невыгодны предприятию, поэтому применяется набор методов и методик [1] для подбора скважин-кандидатов и соответствующих им работ. Одним из основных методов является ежемесячный и оперативный сбор предложений от всех заинтересованных производственных подразделений нефтегазодобывающего предприятия. Все предложения заносятся в специальные журналы остановок скважин.

Журнал остановок скважин – это средство ежемесячного и ежегодного планирования, представляющее из себя специальный отчёт, в котором любое заинтересованное производственное подразделение может оставить список своих предложений на проведение ГТМ или исследований на конкретной скважине в конкретные сроки.

Чтобы автоматизировать работу с журналами остановок скважин, необходимо решить следующие задачи:

- осуществление сбора предложений от производственных подразделений;
- возможность редактирования журналов;
- хранение истории изменений журналов.

### **Реализация информационной системы**

Нефтегазовая промышленность с каждым годом развивается. Появляются новые технологии и методы. Вследствие чего часто изменяется форма журналов, журналы приходится переделывать в соответствии с нормами. Поэтому актуальной является разработка информационной системы (ИС), с гибкой структурой программного обеспечения. Поэтому наиболее правильным выбором в данном вопросе является сервис-ориентированная архитектура (англ. service-oriented architecture – SOA) [2]. Основными элементами архитектуры являются: сервисы (независимый программный компонент с возможностью самоописания, выполняющий определённую бизнес-задачу), сервисная шина (связующее программное обеспечение для всех создаваемых сервисов), реестр сервисов и BPM-система (управление бизнес-процессами).

Анализ основных существующих программных средств, включающих в себя функции BPM системы и сервисной шины, показал, что оптимально использовать российскую разработку ELMA BPM [3]. Данная среда имеет специальный графический редактор для моделирования бизнес-процессов в нотации BPMN [3]. Сценарии реализуются на языке C#. Возможность непрерывного улучшения бизнес-процессов, без остановки исполнения, позволяющая учитывать все особенности организации процесса. Таким образом, она соответствует всем требованиям для создания ИС.

Изначально среда ELMA BPM не содержит никакой информации о предметной области, поэтому суть реализации ИС заключалась в адаптации данной среды к области промышленной геологии, а также в реализации всей требуемой функциональности ИС в виде сервисов. Внутри среды был спроектирован перечень всех необходимых объектов (месторождения, скважины, предложения, подразделения и т. д.) в БД FireBird; были построены все необходимые схемы бизнес-процессов (пример на рис. 1).

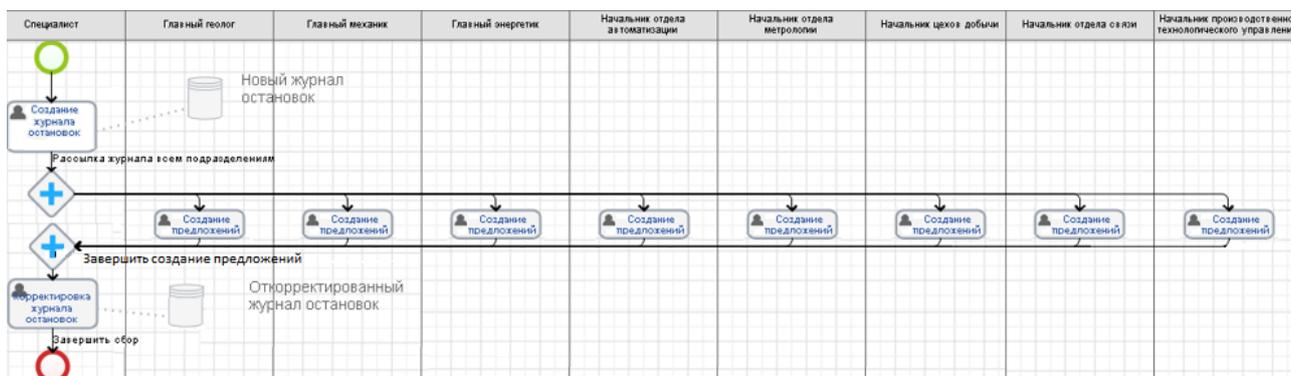


Рис. 1. BPMN-диаграмма БП «Сбор предложений» для проведения работ на фонде скважин

Работа с журналами ведётся в веб-интерфейсе среды ELMA-BPM.

На сегодняшний день в среде разработки ELMA BPM из программных средств реализованы следующие сервисы: «Сбор предложений на проведение работ на фонде скважин», «Формирование журнала на проведение ГТМ», «Формирование журнала на проведение ГДИС и ГКИ», «Формирование журнала на проведение ПГИ», «Формирование журнала на проведение ГИС».

### Список литературы

1. Кудинов А.В., Марков Н.Г. Проблемы автоматизации производства газодобывающих компаний. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 247 с.;
2. Juric M. SOA approach to integrational. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2007. – 366 p.
3. BPMN – модель бизнес-процессов и нотация. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа [www.elma-bpm.ru](http://www.elma-bpm.ru), свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.01.2016).

УДК 004

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ПРИВОДА С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ В СОСТАВЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИЛОКОМПЕНСИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Зарницын А.Ю.

Научный руководитель: Воронин А.В., к.т.н., доцент каф. ИКСУ ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: ayz10@tpu.ru

*The modeling of synchronous machine with permanent magnets as part of the electromechanical power compensation system.*

**Ключевые слова:** Силокомпенсирующая система, синхронный привод с постоянными магнитами.

**Key words:** force compensating system, a synchronous drive with permanent magnets.

## Введение

Развитие космической промышленности на территории постсоветского пространства приводит к росту строительства в этой области. Производство космических кораблей и спутников бесспорно является науко – трудоемкой отраслью. Прежде чем вывести космический спутник на орбиту необходимо провести ряд мероприятий с целью выявления каких – либо недостатков, дефектов. Такими мероприятиями могут являться имитационное, физическое, математическое моделирование.

Процесс физического моделирования должен отвечать условиям, которые максимально приближены к реальным. К одним из таких условий относится невесомость.

Имитация невесомости является одной из главных задач испытания космических спутников в земных условиях, решением которой может быть применение систем обезвешивания [1].

Сами системы обезвешивания в основном делятся на три группы: активные, пассивные и комбинированные. В активных системах обезвешивание достигается посредством регулирования момента создаваемым электроприводом, в пассивных – посредством использования противовесов, в комбинированных – сочетаются свойства первых двух систем. Помимо этого, во время испытаний необходимо точно отслеживать перемещение элементов космических спутников посредством следящих систем.

Основным элементом любой системы обезвешивания является электропривод. На практике применяют следующие типы электрических двигателей в приводе: асинхронный двигатель, двигатель постоянного тока, синхронный двигатель с постоянными магнитами.

## Математическое моделирование

Проведем математическое описание синхронного привода с постоянными магнитами (СДПМ).

Уравнение электрического равновесия примет вид [2].

$$u_s = R_s i_s + L_s \frac{d\bar{i}_s}{dt} + j\omega L_s \bar{i}_s + j\omega \bar{\Phi}_0. \quad (1)$$

Разложим составляющие уравнения (1) по осям d и q, получим скалярное описание машины

$$\begin{cases} u_d = R_s i_d + L_s \frac{d\bar{i}_d}{dt} - \omega L_s \bar{i}_q \\ u_q = R_s i_q + L_s \frac{d\bar{i}_q}{dt} + \omega L_s \bar{i}_d + \omega \bar{\Phi}_0 \\ M = \frac{3}{2} p \Phi_0 i_q \\ J \frac{d\omega_m}{dt} = M - M_H \\ I_b = \frac{U_b}{R_s}, \omega_b = \frac{U_b}{\Phi_0}, M_b = \frac{3}{2} \Phi_0 I_b, \end{cases} \quad (2)$$

$$I_b = \frac{U_b}{R_s}, \omega_b = \frac{U_b}{\Phi_0}, M_b = \frac{3}{2} \Phi_0 I_b, \quad (3)$$

где  $\omega_m$  – угловая скорость вращения ротора;  $\omega$  – угловая скорость вращения магнитного поля статора;  $J$  – момент инерции приведенный к ротору;  $M_c$  – момент сопротивления машины;  $R_s$  и  $L_s$  – сопротивление и индуктивность обмотки статора соответственно;  $p$  – число пар полюсов;  $I_b, U_b, M_b$  – номинальное значение тока, напряжения, момента соответственно.

Операторно-структурная схема приведена на рис. 1 согласно системе уравнений.

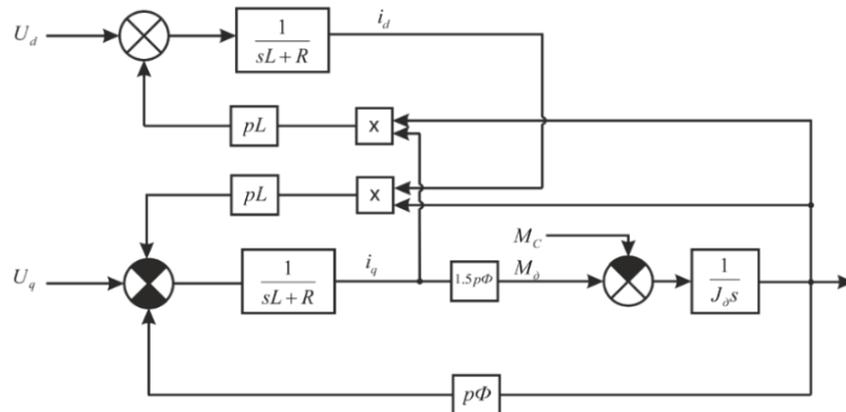


Рис. 1. Операторно-структурная схема модели сервопривода

Проведем моделирование СДПМ марки HF-KP43B в ППП Matlab приложение Simulink. Графики переходного процесса представлены на рис. 2.

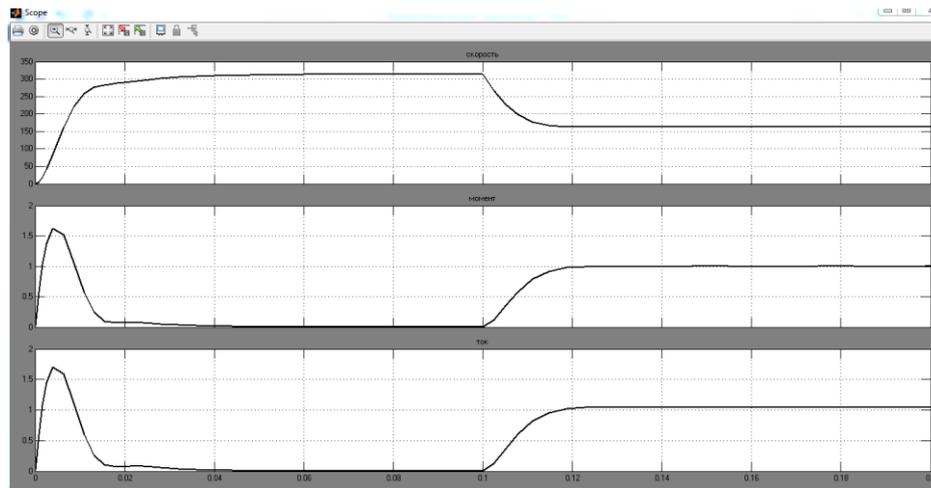


Рис. 2. Графики переходных процессов

Очевидно, что для включения данного привода в следящую систему необходимо ввести обратную связь по скорости (с регулятором скорости), а для обеспечения активного обезвешивания – обратную связь по моменту (с регулятором тока).

#### Список литературы

1. Кравченко О.А, Богданов Д.Ю., Барыльник Д.В. Математическая модель электромеханической многокоординатной силокомпенсирующей системы // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2014. – 8 с.
2. Герман С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0: учебное пособие – СПб.: Корона принт, 2001. – 320 с.

УДК 004

## АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СТЕКА ПРОТОКОЛОВ TCP/IP

Зоев И.В.

Научный руководитель: Мальчуков А.Н., доцент кафедры ВТ ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: ivz3@tpu.ru

*Transfer calculations associated with the formation of the stack protocol packets from software level to hardware.*

**Key words:** TCP, UDP, ARP, IP, Ethernet II, model OSI.

**Ключевые слова:** TCP/IP, TCP, UDP, ARP, IP, Ethernet II, модель OSI.

### Введение

В современном мире широко используется стек протоколов TCP/IP для передачи данных в компьютерных сетях. Однако, большинство протоколов данного стека имеют программную реализацию, за исключением Ethernet II. Программная реализация захватывает ресурсы центрального процессора во время исполнения. При скоростях 100 Мб/с и 1 Гб/с этого не столь заметно, однако, что будет при дальнейшем увеличении скоростей сетей?

### Обзор модели OSI

На рис. 1 представлена наиболее известная модель организации компьютерных сетей является модель OSI[1]. Как говорилось выше на сегодняшний день аппаратно реализован лишь протокол Ethernet II – широко использующийся в качестве канального уровня модели OSI. Для связи канального и сетевого уровней используется протокол ARP.

Протокол IP вместе с TCP обеспечивает передачу данных в сетях, по сетевому адресу и порту. Кроме того, TCP так же реализует сеансы передачи данных [2]. Уровень представление данных отвечает за кодирование передаваемой информации, поставляемой с прикладного уровня (например, ASCII[3], JPEG, SSL).

### Архитектура устройства

На рис. 2 представлена архитектура устройства, реализующего стек TCP/IP. Буфер входных данных содержат в себе данные готовые к отправке в сеть. Блок кодирования входной информации осуществляет кодирование в соответствии с требуемым уровнем представления. Формирователь отсылаемых пакетов в зависимости от сигналов управления протоколами преобразовывает кодированные данные в формат протоколов (TCP – IP, UDP – IP). Блок формирователя и обработчика ARP пакетов в соответствии с таблицей адресов либо формирует ARP запрос/ответ на получение/передачу физического адреса. Входная очередь FIFO является внутренним буфером протоколов перед их отправкой на канальный уровень. Формирователь Ethernet II кадров реализует канальный уровень, после которого данные отправляются к физическому устройству, который непосредственно взаимодействует со средой передачи (физический уровень) Прием данных реализуется в обратном порядке.

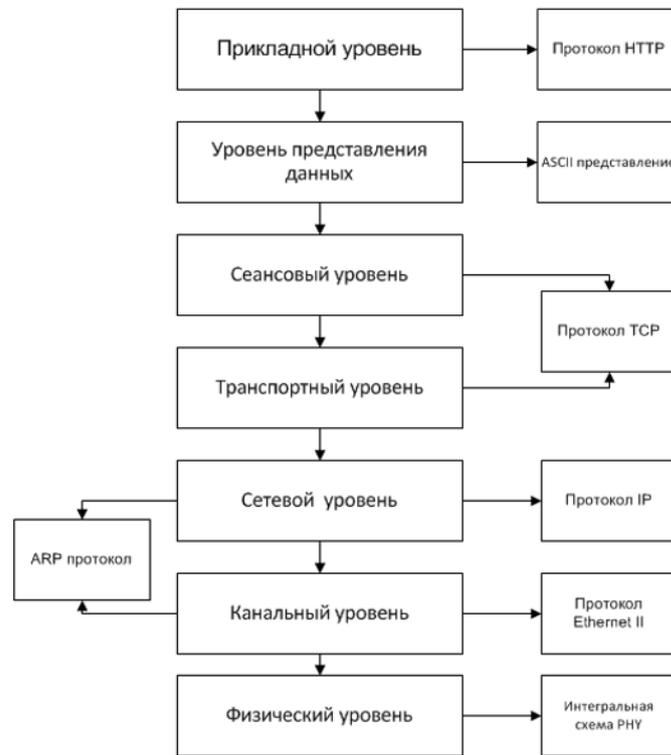


Рис. 4. Модель OSI с соответствующими уровням протоколами

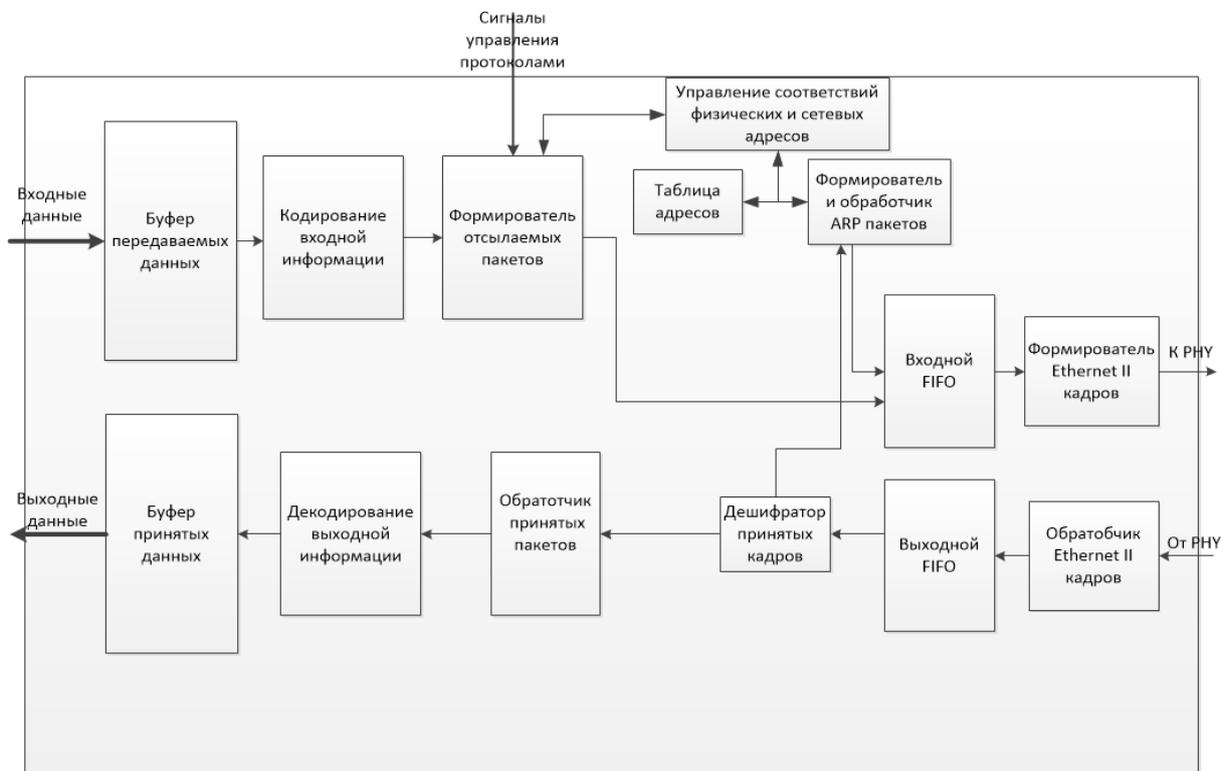


Рис. 5. Архитектура устройства TCP/IP

### Заключение

В данной статье представлена разработка реализации аппаратного стека протоколов TCP/IP. Данная концепция поможет в будущем снизить нагрузку на операционные системы и время работы центрального процессора. Особенно это касается высокоскоростных сетей таких как 10 Гб/с, 100 Гб/с и 1 Тб/с.

### Список литературы

1. OSI model // Wikipedia The Free Encyclopedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/OSI\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/OSI_model) (дата обращения 15.03.2016).
2. Сеансовый уровень//Саратовский Колледж Информационных Технологий. URL: [http://alex-shtilev.narod.ru/diplom/Pril\\_D.html](http://alex-shtilev.narod.ru/diplom/Pril_D.html) (дата обращения 15.03.2016).
3. Presentation layer // Wikipedia The Free Encyclopedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Presentation\\_layer](https://en.wikipedia.org/wiki/Presentation_layer) (дата обращения 15.03.2016).

УДК 004

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MICROSOFT VISUAL STUDIO ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧ КИНЕМАТИКИ

Зуева С.В., Беляев А.С.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: glaciemsz@mail.ru*

*Using Microsoft visual studio for solving direct and inverse tasks of navigation.*

**Key words:** *kinematics problem, kinematics direct and inverse problems, manipulator mechanism.*

**Ключевые слова:** *задачи кинематики, прямая и обратная задачи кинематики, манипулятор.*

Созданием автоматических установок и роботов человек стремится улучшить свою жизнь, повысить качество изделий и точность механизмов. Конвейерное производство при должном техническом оснащении роботами-манипуляторами позволяет собирать изделие намного быстрее, чем при ручном производстве. Например, для сборки автомобиля требуется несколько роботов с различной степенью свободы и функционалом. Для работы робота очень важно знать положение в пространстве его кисти, а также частей рабочего поля. При расчете положения такого робота решаются прямая и обратная задачи кинематики [1–4].

Прямая задача по известным параметрам и уравнениям определяет положение и координаты рабочей точки, при этом решение всегда единственно в своем роде. Обратная задача кинематики заключается в определении углов поворота звеньев (для вращающихся сочленений) или поступательных перемещений (для поступательных перемещений), которые обеспечивают, заданное положение и ориентацию схвата в пространстве. Для трёхзвенного манипулятора с вращательными сочленениями задача сводится к решению системы из шести нелинейных тригонометрических уравнений:

$$\begin{cases} x = \cos \theta_1 \cdot (L_2 \cos \theta_2 + L_3 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3)) \\ y = \sin \theta_1 \cdot (L_2 \cos \theta_2 + L_3 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3)) \\ z = L_4 + L_2 \sin \theta_2 + L_3 \sin(\theta_2 + \theta_3) \end{cases} . \quad (1)$$

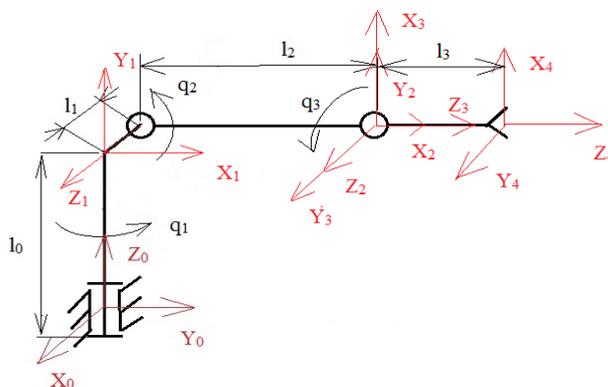
Исследуем учебный робототехнический комплекс, предоставленный кафедрой ИКСУ НИТПУ, предназначенный для выполнения сборочных операций, имеющий пять степеней свободы. Он состоит из вращающегося вокруг своей оси основания ( $l_0$ ), подвижного плеча ( $l_1$ ), локтя ( $l_2$ ) и кисти ( $l_3$ ). Управлять манипулятором можно с помощью специального программного обеспечения, предоставляющего режимы ручного и автоматического управления. Однако, при работе в данных режимах имеются ряд недостатков:

- невозможность задавать траекторию движения;
- отсутствие параллельного управления операциями;
- не существует перехода из ручного управления в автоматическое;
- неудобный интерфейс.

Исходя из данных недостатков, возникает необходимость модернизации программного обеспечения для управления робототехническим комплексом. На первом этапе разработки необходимо решить прямую и обратную задачи кинематики при помощи метода Денавита-Хартенберга.

### Метод Денавита-Хартенберга

Данный метод предполагает последовательное построение систем координат связанных с различными частями манипулятора. Произведем расчет для нашего манипулятора, кинематическая схема которого показана на рис. 1. Для расчета составлена матрица переходов и вычислены неизвестные величины, где  $\theta$  – угол поворота по оси  $z$ ,  $s$  – перемещение по оси  $Z$ ,  $a$  – перемещение по  $X$ ,  $\alpha$  – угол по  $X$ .



	$\theta$	$s$	$a$	$\alpha$
$T_{0-1}$	$\theta_1+90^\circ$	$l_0$	$0^\circ$	$90^\circ$
$T_{1-2}$	$\theta_2$	$l_1$	$l_2$	$0^\circ$
$T_{2-3}$	$\theta_3+90^\circ$	$0^\circ$	$0^\circ$	$90^\circ$
$T_{3-4}$	$0$	$l_3$	$0^\circ$	$0^\circ$

Рис. 1. Кинематическая схема манипулятора и таблица переходов

В результате расчета получены следующие уравнения решения, которых являются координатами схвата манипулятора.

$$\begin{pmatrix} 90 \cdot \cos(\theta_1) - 400 \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_1) - 600 \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) \cdot \sin(\theta_1) + 600 \cdot \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) \\ 90 \cdot \sin(\theta_1) + 400 \cdot \cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) + 600 \cdot \cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - 600 \cdot \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) \\ 400 \cdot \sin(\theta_2) + 600 \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) + 600 \cdot \cos(\theta_3) \cdot \sin(\theta_2) + 800 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -59.359 \\ -478.535 \\ 801.985 \end{pmatrix}$$

Для решения обратной задачи кинематики был применен метод обратных преобразований. Результатом является система уравнений, решением, которой являются углы поворота каждого звена манипулятора.

$$\begin{aligned}90 \cdot \cos(\theta_1) - 400 \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_1) - 600 \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) \cdot \sin(\theta_1) + 600 \cdot \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) &= 110 \\90 \cdot \sin(\theta_1) + 400 \cdot \cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) + 600 \cdot \cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - 600 \cdot \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) &= 250 \\400 \cdot \sin(\theta_2) + 600 \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) + 600 \cdot \cos(\theta_3) \cdot \sin(\theta_2) + 800 &= 500\end{aligned}$$

### Заключение

Было подобрано решение для прямой и обратной задачи кинематики в среде Microsoft visual studio. В будущем планируется модернизация программного обеспечения для работы с роботизированным сборочным комплексом.

### Список литературы

2. Ломовцева Е.И., Челноков Ю.Н. Дуальные матричные и бикватернионные методы решения прямой и обратной задач кинематики роботов-манипуляторов на примере стэнфордского манипулятора.
3. Chelnokov Yu.N. Biquaternion Solution of the Kinematic Control Problem for the Motion of a Rigid Body and Its Application to the Solution of Inverse Problems of Robot-Manipulator Kinematics. Mechanics of Solids [Izv. RAN. Mehanika tverdogo tela], 2013, vol. 48, no. 1. pp. 31–46.
4. Лапиков А.Л., Пащенко В.Н., Масюк В.М. Модификация метода решения прямой задачи кинематики для класса платформенных манипуляторов с шестью степенями свободы, наука и образование: научное издание. – М.: МГТУ Им. Н.Э. Баумана, 2014. – № 11. – С. 72–94.
5. Балакин П.Д., Шамутдинов А.Х. Решение прямой и обратной задач кинематики оригинальной части шестикоординатного манипулятора // Альманах современной науки и образования. – 2013. – № 10 (77). – С. 24–27.

УДК 004

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УГЛА РАСКРЫТИЯ СПИЦЫ ОТ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАЧТЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ РЕФЛЕКТОРОВ АНТЕНН БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ

Звонцова К.К.

Научный руководитель: Малышенко А.М., д.т.н., профессор каф. ИКСУ ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: k.zvontsova@mail.ru*

*The article tell about the withdrawal the relationship between the opening angle the spokes and of the mast extension mechanism.*

**Ключевые слова:** *рефлектор антенны, система активного обезвешивания*

**Key words:** *reflector antenna, active system simulating weightlessness*

Для успешной апробации раскрытия крупногабаритных трансформируемых изделий, размещаемых на космических аппаратах в условиях невесомости на космической орбите, необходимо производить их наземные испытания в условиях имитации невесомости. Существует целый ряд систем имитации невесомости: с использованием кареток, противовесов, механических балансиров, шаров и других способов обезвешивания.

Решаемая задача моделирования процессов раскрытия спиц рефлектора антенн при наземных испытаниях на стенде с активной системой обезвешивания, предусматривает, что раскрытие происходит с помощью установленного в корпусе (основании) антенны механизма выдвижения мачты (МВМ), электродвигатель в котором связан через зубчатый и шнековый редуктор с выдвигаемой им мачтой. На вершине мачты закреплены ленточные тяги (оттяжки), вторые концы которых жестко крепятся на спице. Для снижения сопротивления натяжению тяг на начальном этапе раскрытия спиц, под каждой из них располагаются две роликовые опоры, одна из которых размещена на верхней части МВМ, а вторая – на подкосе, специально шарнирно закрепленном на спице и раскрывающемся под действием тяги до начала ее разворота. Эти подкосы служат для обеспечения более высоких уровней моментов от сил натяжения тяг при малых углах раскрытия спиц. В дальнейшем, при достижении углом разворота спицы некоторого угла тяги отходят от роликовых опор и те уже не определяют их текущее положение. Обезвешивание осуществляется посредством механической силокомпенсирующей системы, состоящей из кареток и тросового подвеса с регулируемой силой его натяжения [1]. Упрощенная схема обезвешивания спицы при ее раскрытии представлена на рис. 1.

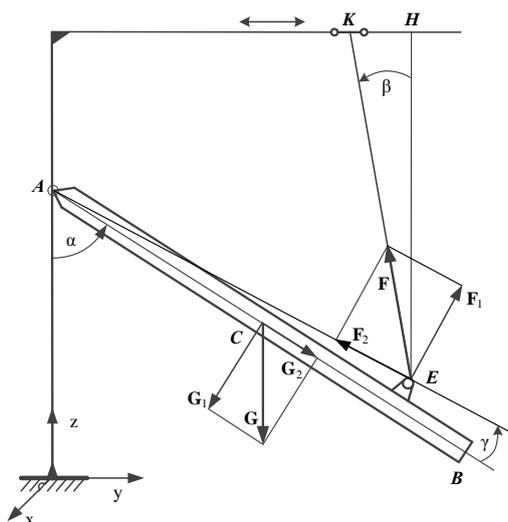


Рис. 1. Упрощенная схема обезвешивания спицы

При решении вышеприведенной задачи становится очевидным, что для успешного моделирования процессов раскрытия спиц рефлектора антенн, необходимо знать кинематические зависимости углов раскрытия спиц от выдвижения мачты МВМ. Из рис. 1 видно, что одной из важных кинематических зависимостей является зависимость угла раскрытия спицы  $\alpha$  от перемещения мачты рефлектора антенны.

Для вывода наиболее точных зависимостей углов механизма раскрытия спицы от перемещения мачты, необходимо все этапы раскрытия рефлектора разделить на три группы: от транспортировочного положения рефлектора до момента фиксации подкоса, от момента фиксации подкоса и до его отсоединения от оттяжки, от момента отсоединения подкоса от оттяжки и до рабочего положения спиц рефлектора. А средствами, использованными для анализа этой зависимости, является пакет расширения Matlab – Curve Fitting Toolbox, предназначенный для различных прикладных задач аппроксимации и интерполяции данных.

Угол раскрытия спицы  $\alpha$  связан с перемещением мачты  $Z_M$  уравнением:

$$\alpha = K_{MC}(Z_M) \cdot Z_M,$$

где  $K_{MC}$  – коэффициент передачи между перемещением мачты и углом раскрытия спицы. Следует заметить, что  $K_{MC}$  в процессе раскрытия спицы не будет все время оставаться постоянной величиной.

Аналитическая зависимость угла раскрытия  $\alpha$  спицы от перемещения  $Z_M$  мачты была определена по параметрам замкнутой кинематической цепи, включающей основание антенны, мачту МВМ, лентовую оттяжку, подкос и саму спицу.

Эта зависимость выглядит следующим образом:

$$\alpha(Z_M) = \begin{cases} 0, & \text{при } 0 \leq Z_M \leq 1,0 \text{ м,} \\ 0,82 \cdot Z_M - 0,82, & \text{при } 1 \text{ м} < Z_M < 2,0 \text{ м,} \\ 0,421 \cdot Z_M + 0,003, & \text{при } 2,0 \text{ м} \leq Z_M \leq 3,5 \text{ м.} \end{cases}$$

Графически полученная зависимость представлена на рис. 2.

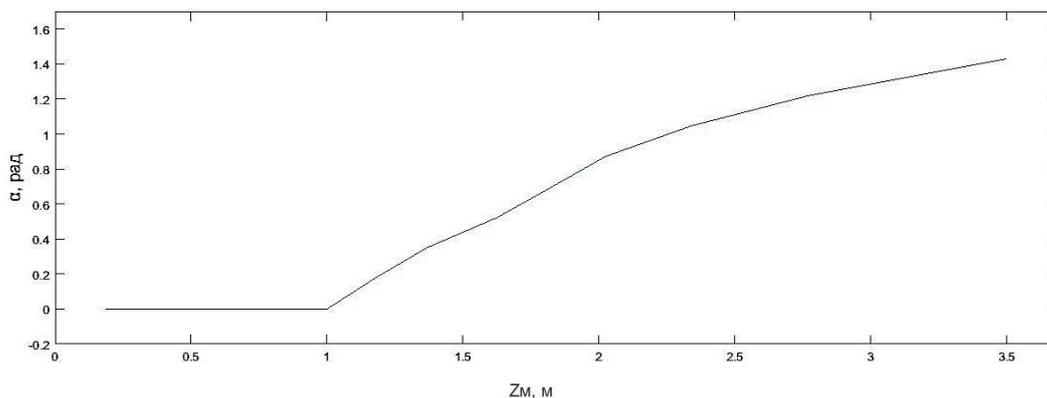


Рис. 2. Зависимость угла раскрытия спицы  $\alpha$  от выдвигания мачты  $Z_M$

Таким образом, исследование зависимости угла раскрытия спицы  $\alpha$  от перемещения мачты, показало её линейный характер на каждом из трех периодов раскрытия рефлектора антенны.

### Список литературы

1. Малышенко А.М. Алгоритмические решения для стенда с системой активного обезвешивания и математическое моделирование процессов раскрытия рефлекторов антенн больших диаметров с целью наземных испытаний их механических устройств. – Томск, Отчет ТПУ по ОКР «Кемчуг-2», 2015.

**СЕКЦИЯ № 2**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

*Председатель секции:*

*Гергет Ольга Михайловна, канд. техн. н., доцент, зав. каф. ПМ ИК ТПУ.*

*Секретарь секции:*

*Зимин Вячеслав Прокопьевич, канд. техн. н., доцент каф. ПМ ИК ТПУ.*

УДК 004

**СЕГМЕНТАЦИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЛЕГКОГО ЧЕЛОВЕКА**  
**ПО МРТ-ИЗОБРАЖЕНИЯМ**

Чеботарева Е.Н.

Научный руководитель: Аксёнов С.В.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: enc1@tpu.ru*

*Nowadays, using computer in medicine is widespread and very useful approach. So it's necessary to analyse many medical images fast to get new information such as 3D-model of organ.*

**Key words:** *medicine, MRT (MRI), lungs, image, MR(I)-scan, segmentation, 3D-model.*

**Ключевые слова:** *медицина, МРТ, легкие, изображение, магнитно-резонансная томограмма, сегментация, 3D-модель.*

В современном мире все более распространенными становятся трехмерные модели и объемные изображения объектов. Это находит широкое применение в науке, робототехнике, коммерческой деятельности и развлекательной индустрии, в системах виртуальной реальности, а также в такой важной для человечества сфере, как медицина.

В настоящее время, особенно в индустриально развитых странах, наблюдается быстрый рост заболеваний дыхательной системы. В структуре всемирной заболеваемости и в России они занимают первое место и выходят на третье место среди всех причин смертности. Все это обуславливает актуальность своевременной диагностики заболеваний легких для эффективного лечения и профилактики. [1] В связи с вышеуказанным возникла потребность в автоматизированных системах построения трехмерных моделей по изображениям.

Сейчас очень популярным видом диагностики заболеваний является МРТ (магнитно-резонансная томография). Во-первых, это очень информативный метод определения различных аномалий в организме. Во-вторых, магнитно-резонансная томография исключает возможность сильного облучения, как при рентгеновском обследовании. В-третьих, эта процедура комфортна для пациентов и не требует введения инородного тела в организм [2].

### Анализ МРТ-изображений для построения трехмерной модели легких

МРТ-изображения (томограммы) в большинстве случаев являются монохромными и представляют собой серию снимков. Каждый снимок показывает послойный срез ткани [2]. Пример томограмм приведен на рис. 1.

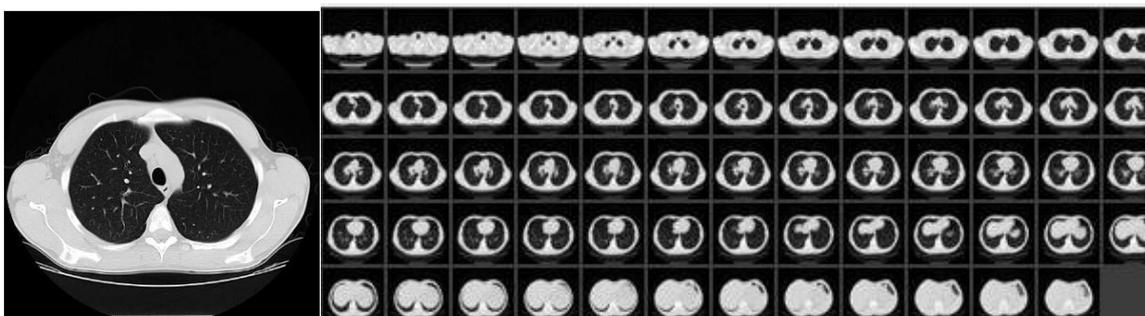


Рис. 1. Пример МРТ-снимков

Так как сканирование производится через равные интервалы, что дает равное расстояние между послойными срезами (7 мм для современных томографов), а также известен размер соответствующий стороне пикселя (0,7 мм для современных томографов), то можно вычислить размеры и объемы легких, что необходимо для построения их трехмерной модели.

Для достижения вышеуказанной цели, необходимо выделить легкие на каждой томограмме, то есть произвести сегментацию изображения – его разбиение на непохожие по некоторому признаку области, например по цвету. В постановке задачи сегментации прослеживается аналогия с задачей кластеризации (или обучения без учителя). Для того чтобы свести задачу сегментации к задаче кластеризации, достаточно задать отображение точек изображения в некоторое пространство признаков и ввести метрику (меру близости) на этом пространстве признаков [3].

### Алгоритм сегментации томограмм

Так как томограммы монохромные, то цветовое значение можно представить одним средним значением цветового пространства  $RGB$ . Для получения регионов, содержащих легкие, необходимо выполнить следующее.

Представить изображение в виде двумерного массива средних значений  $RGB$ , где индексы элемента соответствуют координатам данного пикселя на изображении, а сам элемент – значению его оттенка.

Подсчитать количество пикселей соответствующее каждому значению цвета и убрать черный фон, не содержащий необходимой информации.

На полученном изображении выделить главные оттенки (кластера), которым соответствует наибольшее число пикселей.

Перекрасить изображение в эти оттенки (кластеризация), таким образом, что наиболее близкие к определенному центру пиксели перекрашивались в его цвет. Таким образом, каждому цвету (классу) соответствует определенные пиксели.

Далее необходимо выделить и раскрасить регионы из соседних пикселей одного класса на изображении, среди которых будут искомые легкие (рис. 2).



Рис. 2. Результаты сегментации снимка

Таким образом, используя полученные регионы с легкими с каждого МРТ-снимка, вычисляются их размеры и строится трехмерная модель. Но для ее получения необходимо использовать интерполяцию, так как между соседними снимками существует интервал. А для отображения 3D-модели легких необходимо использовать специальную графическую библиотеку, например такую как *OpenGL*.

### Заключение

Сегментация снимков является необходимым этапом для получения 3D-модели легких, которая позволяет наглядно представить результаты обследования и использоваться при трехмерной печати органов человека. [4] Для повышения быстродействия планируется использовать параллельные вычисления, что даст возможность широкого применения данной разработки.

### Список литературы

1. Выявление факторов риска и ранняя диагностика заболеваний органов дыхания с помощью компьютеризированного скринингового обследования населения [Электронный ресурс] / Журнал «Здравоохранение Чувашии». URL: [http://journal.giduv.com/2013/3/vyjavlenie\\_faktorovhttp://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](http://journal.giduv.com/2013/3/vyjavlenie_faktorovhttp://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 02.03.2016 г.
2. Как выглядит и что показывает МРТ снимок? [Электронный ресурс] / MRT-Diagnostik.Ru. URL: <http://mrt-diagnostik.ru/kak-vyglyadit-i-cto-pokazyvaet-mrt-snimok.html>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 02.03.2016 г.
3. Методы сегментации изображений: автоматическая сегментация [Электронный ресурс] / Компьютерная графика и Мультимедиа. Сетевой журнал. URL: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/147>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 02.03.2016 г.
4. Печать человеческих органов при помощи биопринтера [Электронный ресурс] / Медицинский портал республики Коми. URL: <http://www.rk03.ru/medvideo/bioprinter/>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 02.03.2016 г.

УДК 004

## ПОСТРОЕНИЕ СЛОЖНЫХ ОПЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ С УЧЕТОМ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ИНВЕСТОРА. ПРИЛОЖЕНИЕ

Фатьянова М.Э.

Научный руководитель: Семенов М.Е., доцент, к.ф.-м.н., Мицель А.А., профессор, д.ф.-м.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30  
E-mail: mef1@tpu.ru

*Popularity of investment of means in the share market steadily increases. Therefore, there is a demand of design of various financial products, leaning on objective and desires of the investor. Practical realization of construction complex опционных strategy in view of preferences of the investor is resulted.*

**Ключевые слова:** метод линейного программирования, опцион «call» и «put», портфель, цена ask и bid.

**Key words:** Method of linear programming, option «call» and «put», a portfolio, the price ask and bid.

В данной статье приведена практическая реализация построения сложных опционных стратегий с учетом предпочтений инвестора.

### Входные параметры

$M$  – рыночная цена базового актива на момент экспирации продукта (цена спот);  $M_{now}$  – цена базового актива на момент конструирования продукта;  $M_E$  – ожидаемая инвестором цена базового актива;  $E$  – количество купленных / проданных опционов с одним страйком [1] (определяется исходя из ликвидности на рынке, в данном исследовании  $E=10$ );  $X=(X_1, \dots, X_6)$ , причем  $|X_i| \leq E$  – вектор количества купленных / проданных опционов колл на фьючерс; аналогично  $Y=(Y_1, \dots, Y_6)$ , причем  $|Y_i| \leq E$  – вектор количества купленных / проданных опционов колл на фьючерс;  $Sc = (Sc_1, Sc_2, Sc_3, Sc_4, Sc_5, Sc_6)$ , где  $Sc_1 < \dots < Sc_6$  – цена страйк опционов колл на фьючерсный контракт;  $Sp = (Sp_1, Sp_2, Sp_3, Sp_4, Sp_5, Sp_6)$ ,  $Sp_1 < \dots < Sp_6$  – цена страйк опционов пут на фьючерсный контракт;  $\max(M - Sc_i; 0)$  – выплата по опциону колл в момент экспирации продукта;  $\max(Sp_j - M; 0)$  – выплата по опциону пут в момент экспирации продукта [2];  $\sum_{k=1..6}(X_k \cdot \max(M - Sc_k; 0))$  – суммарная общая колл-выплата в момент экспирации продукта;  $\sum_{k=1..6}(Y_k \cdot \max(Sp_k - M; 0))$  – суммарная общая пут-выплата в момент экспирации продукта;  $P=(P_1, \dots, P_6)$  – средневзвешенные цены опционов колл в соответствии с ценой страйк;  $Q=(Q_1, \dots, Q_6)$  – средневзвешенные цены опционов пут в соответствии с ценой страйк; средневзвешенные цены покупки опционов: колл  $P_{Bid}=(P_{Bid(1)}, \dots, P_{Bid(6)})$ , где  $P_{Bid(k)}=P_k \cdot 0.9$ ,  $k=1..6$  и пут  $Q_{Bid}=(Q_{Bid(1)}, \dots, Q_{Bid(6)})$ , где  $Q_{Bid(k)}=Q_k \cdot 0.9$ ,  $k=1..6$ ; средневзвешенные цены продажи опционов: колл  $P_{Ask}=(P_{Ask(1)}, \dots, P_{Ask(6)})$ , где  $P_{Ask(k)}=P_k \cdot 1.1$ ,  $k=1..6$  и пут  $Q_{Ask}=(Q_{Ask(1)}, \dots, Q_{Ask(6)})$ , где  $Q_{Ask(k)}=Q_k \cdot 1.1$ ,  $k=1..6$ .

Тогда суммарную прибыль, получаемую в момент экспирации продукта, можно представить в следующем виде:  $F(P, Q, X, Y, M) = \sum_{k=1..6}(X_k \cdot (-P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + \max(M - Sc_k; 0)) + \sum_{k=1..6}(Y_k \cdot (-Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)}) + \max(Sp_k - M; 0))$ .

### Условия создания портфеля

Процесс создания портфеля сводится к нахождению оптимального числа опционных контрактов колл и пут  $(X, Y)$ , исходя из следующих условий:

1. Условия ограничения максимального убытка выставляются в зависимости от типа опционного портфеля.

Если в портфеле нужно ограничить убыток на промежутке цены  $[0; \min(S_{C1}; S_{P1})]$ , то должно выполняться условие горизонтальности графика конечной денежной прибыли:

а)  $F(P, Q, X, Y, M) = \min(S_{C1}; S_{P1}) = L$ , где  $L$  – величина максимального убытка;

б)  $\sum_{k=1..6} Y_k = 0$ .

Если в портфеле нужно ограничить размер максимальной прибыли на промежутке цены  $[\max(S_{C6}; S_{P6}); +\infty]$ , то должно выполняться условие горизонтальности графика конечной денежной прибыли:

а)  $F(P, Q, X, Y, M) = \max(S_{C6}; S_{P6}) = L$ ;

б)  $\sum_{k=1..6} X_k = 0$ .

Монотонность возрастания графика функции конечной прибыли на промежутке между двумя соседними страйками  $(S_k; S_{k+1}) \equiv [\min(S_{C1}; S_{P1}); \max(S_{C6}; S_{P6})]$  находится исходя из условия:  $D_k = \sum_{S_{Ci} \leq S_k} X_i - \sum_{S_{Pj} \geq S_{k+1}} Y_j \geq 0$  [3].

2. Если инвестор хочет получить определенную денежную сумму  $M$  в момент приобретения продукта, тогда следует добавить условие

$$\sum_{k=1..6} (X_k \cdot (-P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + \max(M - S_{Ck}; 0)) + Y_k \cdot (-Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)} + \max(S_{Pk} - M; 0)) = -M.$$

### Математическая интерпретация

С математической точки зрения мы получаем задачу линейной оптимизации (линейного программирования), состоящую из 12 переменных (12 опционных контрактов) и ограничений в виде равенств и неравенств.

### Расчетная часть

Пусть инвестор 20.02.2016 выдвигает прогноз движения цен акций Газпрома от текущего значения  $M_{now} = 142.18$  руб. до ожидаемого значения на 17.06.16  $M_E = 155$  руб., в котором он желает получить максимальный доход. При этом инвестор хочет получить 1000 руб. наличными в момент приобретения продукта и ограничить максимальный убыток величиной  $L = 10\,000$  руб.

Для удовлетворения предпочтений инвестора следует сформировать портфель из 6 опционов «call» (колл) на фьючерсный контракт на обыкновенные акции «ПАО Газпром» и 6 опционов «put» (пут) с одним сроком исполнения 17.06.16 и различными страйками. Введем вектор страйков опционов колл и пут:  $S_C = (13500, 14000, 14500, 15000, 15500, 16000)$  и  $S_P = (12000, 12500, 13000, 13500, 14000, 14500)$ .

Таблица 1

Средневзвешенная цена опциона колл

страйк «call»	13500	14000	14500	15000	15500	16000
Средневзвешенная цена	1187	894	647	448	295	184
Средневзвешенный bid	1068,3	804,6	582,3	403,2	265,5	165,6
Средневзвешенный ask	1305,7	983,4	711,7	492,8	324,5	202,4

В соответствии с условиями ограничений 1 и 2 и суммарной функции выплаты была решена линейная оптимизационная задача в пакете «Matlab».

Таблица 2

*Средневзвешенная цена опциона пут*

страйк «put»	12000	12500	13000	13500	14000	14500
Средневзвешенная цена	186	276	399	562	769	1022
Средневзвешенный bid	167,4	248,4	359,1	505,8	692,1	919,8
Средневзвешенный ask	204,6	303,6	438,9	618,2	845,9	1124,2

В результате было получено  $\max F(P, Q, X_{\text{optimal}}, Y_{\text{optimal}}, M_E=15500)=22938$  руб. Причем были найдены оптимальные доли вложений опционов колл и пут  $X_{\text{optimal}}=(2, 10, -2, 10, -10, -10)$  и  $Y_{\text{optimal}}=(10, 10, 10, -10, -10, -10)$ . При падении цены ниже 14000 руб. уровень максимального убытка ограничен величиной 10000 руб.

**Список литературы**

1. Вайн С. Опционы: Полный курс. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 466 с.
2. Буренин А.Н. Фьючерсные, Форвардные и Опционные рынки: учебное пособие. – 2-е изд. – М.: Научно-техническое общество имени академика С.И. Вавилова, 2002.
3. Пичугин И.С. Структурирование опционных продуктов на основе метода оптимизации конечных денежных выплат. – Диссертация, 2007

УДК 004

**МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ СЛОЖНЫХ ОПЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ  
С УЧЕТОМ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ИНВЕСТОРА**

Фатьянова М.Э.

Научный руководитель: Семенов М.Е., доцент, к.ф.-м.н., Мицель А.А., профессор, д.ф.-м.н.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: mef1@tpu.ru*

*Popularity of investment of means in the share market steadily increases. Therefore, there is a demand of design of various financial products, leaning on objective and desires of the investor. Thus, it is necessary to comply with the important rule – to receive the maximal income at in advance certain size of losses.*

**Ключевые слова:** *метод линейного программирования, опцион «call» и «put», портфель, цена ask и bid.*

**Key words:** *Method of linear programming, option «call» and «put», a portfolio, the price ask and bid.*

Популярность инвестирования средств в фондовый рынок неуклонно возрастает. Поэтому возникает потребность конструирования различных финансовых продуктов, опираясь на цели и желания инвестора. При этом необходимо соблюдать важное правило – получить максимальный доход при заранее определенной величине убытков.

Наиболее часто создают финансовые продукты с одиночными опционными контрактами либо стандартными опционными стратегиями. Однако ввиду этого бывает сложно реализовать различные запросы инвестора. Для предотвращения данных трудностей в работе описан подход конструирования сложных диверсифицированных портфелей биржевых опционов.

Целью данной работы является описание методики построения сложных опционных стратегий с учетом предпочтений инвестора.

### Основные понятия

Опцион «call» (колл) дает покупателю опциона купить базисный актив у продавца опциона по цене исполнения в установленные сроки или отказаться от этой покупки. Инвестор приобретает опцион «call», если ожидает повышения стоимости базового актива [1].

Опцион «put» (пут) предоставляет покупателю опциона право продать базисный актив по цене исполнения в установленные сроки продавцу опциона или отказаться от его продажи. Инвестор приобретает опцион «put», если ожидает падения стоимости базового актива.

Фьючерс – производный финансовый инструмент, стандартный срочный биржевой контракт купли-продажи базового актива, при заключении которого стороны (продавец и покупатель) договариваются только об уровне цены и сроке поставки.

Страйк – фиксированная в опционном контракте цена (цена исполнения), по которой может быть куплен или продан базовый актив в случае исполнения опциона.

Цена ASK / BID – цена продажи / покупки базового актива. При этом спредом называется разность цен ASK и BID [2].

### Входные параметры

$M$  – рыночная цена базового актива на момент экспирации продукта (цена спот);  $M_{now}$  – цена базового актива на момент конструирования продукта;  $M_E$  – ожидаемая инвестором цена базового актива;  $E$  – количество купленных / проданных опционов с одним страйком (определяется исходя из ликвидности на рынке, в данном исследовании  $E=10$ );  $X=(X_1, \dots, X_6)$ , причем  $|X_i| \leq E$  – вектор количества купленных / проданных опционов колл на фьючерс; аналогично  $Y=(Y_1, \dots, Y_6)$ , причем  $|Y_i| \leq E$  – вектор количества купленных / проданных опционов колл на фьючерс;  $S_C = (S_{C1}, S_{C2}, S_{C3}, S_{C4}, S_{C5}, S_{C6})$ , где  $S_{C1} < \dots < S_{C6}$  – цена страйк опционов колл на фьючерсный контракт;  $S_P = (S_{P1}, S_{P2}, S_{P3}, S_{P4}, S_{P5}, S_{P6})$ ,  $S_{P1} < \dots < S_{P6}$  – цена страйк опционов пут на фьючерсный контракт;  $\max(M - S_{Ck}; 0)$  – выплата по опциону колл в момент экспирации продукта;  $\max(S_{Pj} - M; 0)$  – выплата по опциону пут в момент экспирации продукта;  $\sum_{k=1..6} (X_k \cdot \max(M - S_{Ck}; 0))$  – суммарная общая колл-выплата в момент экспирации продукта;  $\sum_{k=1..6} (Y_k \cdot \max(S_{Pk} - M; 0))$  – суммарная общая пут-выплата в момент экспирации продукта;  $P=(P_1, \dots, P_6)$  – средневзвешенные цены опционов колл в соответствии с ценой страйк;  $Q=(Q_1, \dots, Q_6)$  – средневзвешенные цены опционов пут в соответствии с ценой страйк; средневзвешенные цены покупки опционов: колл  $P_{Bid}=(P_{Bid(1)}, \dots, P_{Bid(6)})$ , где  $P_{Bid(k)}=P_k \cdot 0.9$ ,  $k=1..6$  и пут  $Q_{Bid}=(Q_{Bid(1)}, \dots, Q_{Bid(6)})$ , где  $Q_{Bid(k)}=Q_k \cdot 0.9$ ,  $k=1..6$ ; средневзвешенные цены продажи опционов: колл  $P_{Ask}=(P_{Ask(1)}, \dots, P_{Ask(6)})$ , где  $P_{Ask(k)}=P_k \cdot 1.1$ ,  $k=1..6$  и пут  $Q_{Ask}=(Q_{Ask(1)}, \dots, Q_{Ask(6)})$ , где  $Q_{Ask(k)}=Q_k \cdot 1.1$ ,  $k=1..6$ .

Тогда суммарную прибыль, получаемую в момент экспирации продукта, можно представить в следующем виде:  $F(P, Q, X, Y, M) = \sum_{k=1..6} (X_k \cdot (-P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + \max(M - S_{Ck}; 0)) + \sum_{k=1..6} (Y_k \cdot (-Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)}) + \max(S_{Pk} - M; 0))$  [3].

### Условия создания портфеля

Процесс создания портфеля сводится к нахождению оптимального числа опционных контрактов колл и пут  $(X, Y)$ , исходя из следующих условий:

1. Инвестор имеет прогноз движения цены актива от текущего значения  $M_{now}$  до ожидаемого значения  $M_E$ , в котором он желает получить максимальный доход. В зависимости от соотношения этих величин можно говорить об ожидании роста или падения цены. Таким образом,  $\max F(P, Q, X, Y, M) > 0$ .

2. Условия ограничения максимального убытка выставляются в зависимости от типа опционного портфеля.

Если в портфеле нужно ограничить убыток на промежутке цены  $[0; \min(S_{CI}; S_{PI})]$ , то должно выполняться условие горизонтальности графика конечной денежной прибыли:

а)  $F(P, Q, X, Y, M) = \min(S_{CI}; S_{PI}) = L$ , где  $L$  – величина максимального убытка;

б)  $\sum_{k=1..6} Y_k = 0$ .

Если в портфеле нужно ограничить размер максимальной прибыли на промежутке цены  $[\max(S_{C6}; S_{P6}); +\infty]$ , то должно выполняться условие горизонтальности графика конечной денежной прибыли:

а)  $F(P, Q, X, Y, M) = \max(S_{C6}; S_{P6}) = L$ ;

б)  $\sum_{k=1..6} X_k = 0$ .

Монотонность возрастания графика функции конечной прибыли на промежутке между двумя соседними страйками  $(S_k; S_{k+1}) \equiv [\min(S_{CI}; S_{PI}); \max(S_{C6}; S_{P6})]$  находится исходя из условия:  $D_k = \sum_{S_{CI} \leq S_k} X_i - \sum_{S_{PI} \geq S_{k+1}} Y_j \geq 0$ .

3. Если инвестор хочет получить определенную денежную сумму  $M$  в момент приобретения продукта, тогда следует добавить условие [3]

$$\sum_{k=1..6} (X_k \cdot (-P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + \max(M - S_{Ck}; 0)) + Y_k \cdot (-Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)} + \max(S_{Pk} - M; 0)) = -M.$$

### Математическая интерпретация

Таким образом, с математической точки зрения мы получаем задачу линейной оптимизации (линейного программирования), состоящую из 12 переменных (12 опционных контрактов) и ограничений в виде равенств и неравенств.

### Список литературы

1. Вайн С. Опционы: Полный курс. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 466 с.
2. Буренин А.Н. Фьючерсные, форвардные и опционные рынки: учебное пособие. – 2-е изд. – М.: Научно-техническое общество имени академика С.И. Вавилова, 2002.
3. Пичугин И.С. Структурирование опционных продуктов на основе метода оптимизации конечных денежных выплат. – Диссертация, 2007.

УДК 004

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПАКТНОГО ИСТОЧНИКА АРЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ

Иванова А.Д.

Научный руководитель: Огородников А.С.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
 E-mail: adi3@tpu.ru

*This article is devoted to modeling of betatron. The betatron guiding magnetic field is erected by single-turn copper coil which is consisted of the two concentric rings. Researches were conducted with use of Microsoft technologies.*

**Ключевые слова:** модель, бетатрон, магнитное поле

**Key words:** model, betatron, magnetic field.

В практике бетатростроения формирование управляющего магнитного поля осуществляется двумя способами. В классических бетатронах необходимое распределение магнитного поля по радиусу задается углом наклона профилирующих участков полюсов электромагнита, а в безжелезных бетатронах – путем геометрического перераспределения витков возбуждающей обмотки в радиальном направлении. Рассматривается вариант бетатрона, в котором управляющее электромагнитное поле формируется и возбуждается одновитковой обмоткой, выполненной в виде двух concentрических колец, которые выполняют функцию ускорительной камеры [2]. Схема формирования и возбуждения управляющего поля бетатрона представлена на рис. 1.

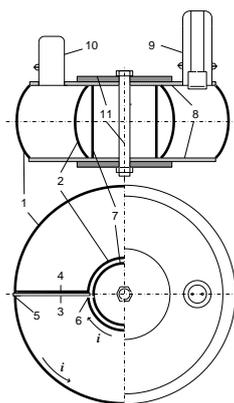


Рис. 1. Схема формирования и возбуждения управляющего поля бетатрона

Одновитковая обмотка выполняется в виде двух concentрических колец 1 и 2, выполненных из проводящего материала. Электрический ток  $I$  протекает по кольцам 1 и 2 в противоположных направлениях и в пространстве между ними возникает переменное магнитное поле. Для придания магнитному полю фокусирующих свойств (создания «бочкообразной»

формы силовым линиям) поверхностям цилиндров придается выгнутая форма выпуклостью наружу от оси колец. Таким образом, в пространстве, охватываемом одновитковой обмоткой, создается управляющее магнитное поле, которое обладает фокусирующими свойствами. Для выполнения бетатронного соотношения 2:1, которое означает, что для движения электронов по замкнутой орбите постоянного радиуса напряженность магнитного поля должна быть вдвое меньше средней напряженности поля в круге этой орбиты, внутри кольца 2, как и в любом безжелезном бетатроне, расположен индуктор 7, выполненный в виде соленоида. Синхронизация электромагнитных полей, создаваемых одновитковой обмоткой 1 и 2 и индуктором 7 обеспечивает индукционное ускорение электронов до заданной энергии. Данная задача сводится к решению краевой задачи для уравнения

$$r \left( \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + 3 \frac{\partial u}{\partial r} = -\mu_0 J_\varphi,$$

где  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м,  $u = A_\varphi / r$ ;  $A_\varphi$ ,  $J_\varphi$  – азимутальные составляющие векторного потенциала и объемной плотности тока. Составляющие вектора магнитной индукции выражаются через  $u(r, z)$

$$B_r = -r \frac{\partial u}{\partial z}; \quad B_z = 2u + r \frac{\partial u}{\partial r}$$

На рис. 2 представлена расчетная область бетатрона, построенная в пакете COMSOL с помощью графического интерфейса пользователя (GUI).

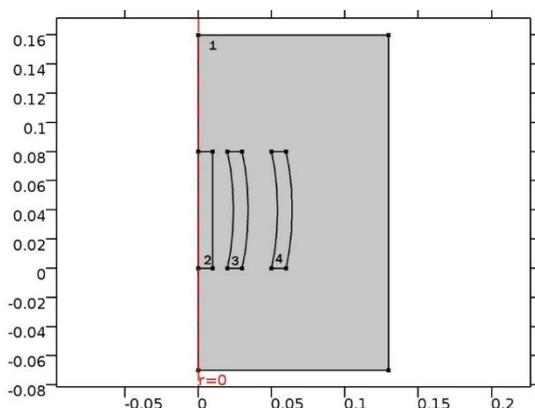


Рис. 2. Расчетная область бетатрона

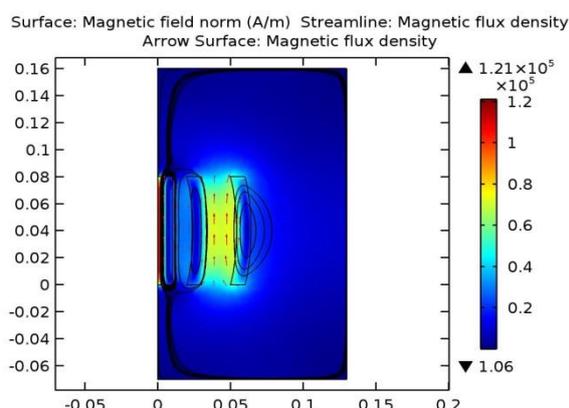


Рис. 3. Расчетные плотности потока (линии) и вектор (стрелки) магнитной индукции  $B$

В индукторе – соленоиде 2 объемная плотность тока  $J_\varphi = 1.5 \cdot 10^7$  А/м<sup>2</sup>, во внутреннем кольцевом витке 3  $J_\varphi = -10^6$  А/м<sup>2</sup>, во внешнем витке 4  $J_\varphi = 10^6$  А/м<sup>2</sup>. Боковые поверхности витков 3 и 4 образованы вращением кривых Безье второго порядка относительно оси симметрии  $r = 0$ . На торцах цилиндрической области задаются граничные условия магнитной изоляции  $A_\varphi = 0$ . Область 1 – вакуум. Силовые линии магнитного поля представлены на рис. 3, на этом же рисунке стрелками изображается вектор магнитной индукции. Поле в области между витками 3 и 4 имеет бочкообразную структуру. Цветовая палитра характеризует распределение магнитного потока в расчетной области (рис. 3).

Моделирование показывает, что с помощью предложенного способа возможно формирование магнитного поля бетатронного типа.

### Список литературы

1. Арцимович Л.А. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях / Л.А. Арцимович, С.Ю. Лукьянов. – М.: Наука, 1972. – 224 с.
2. Москалев В.А., Огородников А.С., Сергеев Г.И. Формирование магнитного поля безжелезного бетатрона с использованием методов математического моделирования // Известия вузов. Физика. – 2012. – Т. 55. – № 11/2.

УДК 004

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАМАГНИЧЕННОСТИ ПЛАЗМЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ОСЕСИММЕТРИЧНОМ ПЛАЗМЕННОМ ГЕНЕРАТОРЕ

Романова Т.А.

Научный руководитель: Огородников А. С.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: tar6@tpu.ru

*The model of a plasma cord with two identical solenoidal coils created in the program COMSOL Multiphysics 5.1 environment is presented in this article. The model has been constructed for research of diamagnetism of plasma. The illustrations showing modification of density of a magnetic flux and direction of power lines at change of external density of current are as a result given, a component  $(J^e)_\varphi$  and  $(J^e)_z$ .*

**Ключевые слова:** диамагнетизм (diamagnetism), COMSOL Multiphysics 5.1, магнитное поле (magnetic field).

Диамагнетизм плазмы (ДП) – это свойство, характеризующее её магнитную восприимчивость, способность плазмы при помещении её в магнитное поле намагничиваться навстречу направлению внешнего поля. Этот эффект обусловлен движением электронов и ионов плазмы по винтовым (ларморовским) траекториям, что эквивалентно круговому току, создающему поле, противоположное внешнему, но меньшее по величине, так что поле внутри плазмы уменьшается. Следствием ДП является тенденция к выталкиванию сгустков плазмы из области сильного магнитного поля в области с более слабым магнитным полем. Расчётная область построена в среде моделирования COMSOL Multiphysics 5.1 в модуле AC/DC. Он предназначен для моделирования задач электромагнитных явлений как переменного, так и постоянного тока. В качестве расчётной области выбиралась аксиально – симметричная область в цилиндрической системе координат  $(r, \varphi, z)$ , между анодом и катодом – плазменный шнур (рис. 1) [1].

Вокруг плазменного шнура расположены две соленоидальные катушки. Они нужны для создания внешнего магнитного поля. Внешнее магнитное поле в такой системе создаётся двумя одинаковыми катушками с плотностью тока в катушке

$$(J^e)_\varphi = \frac{In}{h\Delta R}, \quad (1)$$

где  $I$  – ток в катушке,  $n$  – число витков,  $h$  и  $\Delta R$  – размеры катушки вдоль оси  $z$  и по радиусу соответственно. Плотность диамагнитного тока, возникающего в неоднородной плазме, зависит от давления в плазме, величины внешнего магнитного поля и его градиента и описывается в общем случае выражением:

$$\mathbf{J}_M = -\nabla \times (p_{\perp} \mathbf{B} / B^2),$$

где  $p_{\perp} = n_0 T_e f(r) = p_0 f(r)$  – давление плазмы поперёк силовых линий внешнего магнитного поля;  $n_0$  – концентрация частиц плазмы на оси канала транспортировки;  $T_e$  – электронная температура в эВ;  $f(r)$  – функция, описывающая неоднородность давления плазмы по радиусу. В аксиально-симметричной системе имеется только азимутальная составляющая тока намагниченности плазмы

$$(\mathbf{J}_M)_{\varphi} = \frac{p_{\perp}}{B^2} \left[ p_{\perp}^{-1} \frac{dp_{\perp}}{dr} B_z + \left( \frac{\partial B_z}{\partial r} - \frac{\partial B_r}{\partial z} \right) - \frac{2}{B} \left( \frac{\partial B}{\partial r} B_z - \frac{\partial B}{\partial z} B_r \right) \right]. \quad (2)$$

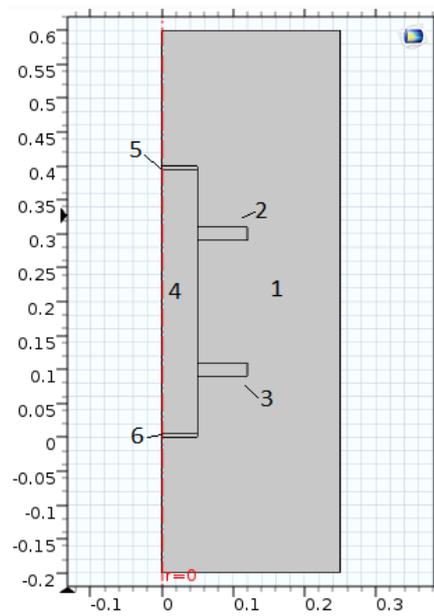


Рис. 1. Расчётная область:

1 – внешняя область; 2, 3 – соленоидальные катушки; 4 – плазменная трубка; 5 – анод; 6 – катод

Магнитное поле, связанное с суммарным током (1) и (2) описывается азимутальной составляющей векторного потенциала  $A_{\varphi}(r, z)$ . Однако, чтобы избежать особенностей на оси  $r=0$  удобно ввести новую переменную  $u = A_{\varphi}(r, z)/r$ . В новой переменной  $u = u(r, z)$  выражение для тока намагниченности плазмы запишется в виде:

$$(\mathbf{J}_M)_{\varphi} = - \frac{p_{\perp} \left( 2ru_z (2u + ru_r) (3u_z + 2ru_{rz}) + \left( (2u + ru_r)^2 - (ru_z)^2 \right) (3u_r + r(u_{rr} - u_{zz})) \right)}{\left( (ru_z)^2 + (2u + ru_r) \right)^2} + \frac{\frac{dp_{\perp}}{dr} (2u + ru_r) \left( (ru_z)^2 + (2u + ru_r) \right)}{\left( (ru_z)^2 + (2u + ru_r) \right)^2}. \quad (3)$$

Здесь  $u_{rz}$ ,  $u_{rr}$ ,  $u_{zz}$  – частные производные по соответствующим координатам. Используя (1) и (3), получим нелинейное уравнение для определения скалярной функции  $u = u(r, z)$ :

$$3u_r + r(u_{rr} + u_{zz}) = -\mu_0 \left( (\mathbf{J}^e)_\varphi + (\mathbf{J}^M)_\varphi(u, r, z) \right).$$

Магнитная индукция рассчитывается по формулам:  $B_z = 2u + ru_r$ ,  $B_r = -ru_z$ . Граничные условия на оси  $r = 0$  задавались как условия аксиальной симметрии, на внешних границах задавались условия магнитной изоляции  $A_\varphi = 0$  [2]. После создания геометрии, вся расчётная область покрывалась неравномерной сеткой из треугольников. Для реализации метода конечных элементов применялся нелинейный решатель. Внешняя плотность тока рассматривается для четырёх элементов: анод (5), катушки (2,3) и катод (6) (Рис. 1). Рассматривается два варианта событий:

Внешняя плотность тока имеет положительную  $(J_e)_\varphi = 10e^5$  А/м<sup>2</sup> и отрицательную  $(J_e)_z = -10e^6$  А/м<sup>2</sup> компоненты тока.

Внешняя плотность тока имеет отрицательную  $(J_e)_\varphi = -10e^5$  А/м<sup>2</sup> и положительную  $(J_e)_z = 10e^6$  А/м<sup>2</sup> компоненты тока.

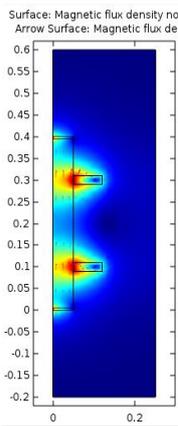


Рис. 2. Плотность магнитного потока и направление силовых линий при  $(J_e)_\varphi = 10e^5$  А/м<sup>2</sup> и  $(J_e)_z = -10e^6$  А/м<sup>2</sup>

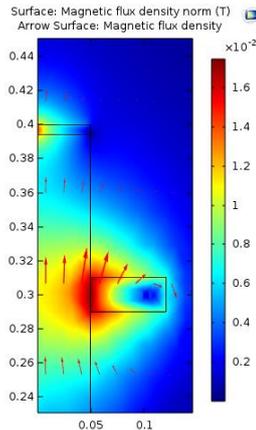


Рис. 3. Плотность магнитного потока и направление силовых линий при  $(J_e)_\varphi = -10e^5$  А/м<sup>2</sup> и  $(J_e)_z = 10e^6$  А/м<sup>2</sup>

Из представленных рисунков видно, что при изменении тока, меняется направление силовых линий (стрелочки). Модификация плотности магнитного потока на графиках показано изменением цветовой палитры.

### Список литературы

1. Григорьев В.П., Коваль Т.В. и др. Исследование транспортировки и фокусировки низкоэнергетического электронного пучка в ионизированном аргоне низкого давления // Журнал технической физики. – 2008. – Вып. 1. – Т. 81. – С. 104–108.
2. Григорьев В.П., Огородников А.С. Исследование искажения внешнего магнитного поля в каналах транспортировки электронных пучков, заполненных неоднородной плазмой // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 316. – № 2. – С. 89–92.

УДК 004

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ФРАКТАЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ. МНОЖЕСТВО МАНДЕЛЬБРОТА

Самушкина Я.Ф.

Научный руководитель: Демин А.Ю., доцент каф. ИПС

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: yfs1@tpu.ru

*In this article is considered fractal images. Fractal images are infinitely complex patterns that are self-similar across different scales. They are created by repeating a simple process over and over in an ongoing feedback loop. There are many different kinds of fractal images, such as dragon curve, Koch snowflake, etc. In this project is realized visualization of Mandelbrot set. It is made by escape-time algorithm, using program language C++ and open graphics library OpenGL.*

**Ключевые слова:** компьютерная графика, визуализация, фрактальная графика, множество Мандельброта

**Key words:** visualization, fractal graphics, computer graphics, Mandelbrot set.

Фрактальная графика является на сегодняшний день одним из самых быстро развивающихся и перспективных видов компьютерной графики.

Математической основой фрактальной графики является фрактальная геометрия. Здесь в основу метода построения изображений положен принцип наследования от, так называемых, «родителей» геометрических свойств объектов-наследников.

Понятия фрактал, фрактальная геометрия и фрактальная графика, появившиеся в конце 70-х, сегодня прочно вошли в обиход математиков и компьютерных художников.

Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому. Одним из основных свойств фракталов является самоподобие. Объект называют самоподобным, когда увеличенные части объекта походят на сам объект и друг на друга. Перефразируя это определение, можно сказать, что в простейшем случае небольшая часть фрактала содержит информацию обо всем фрактале.

В центре фрактальной фигуры находится её простейший элемент – равносторонний треугольник, который получил название «фрактальный». Затем, на среднем отрезке сторон строятся равносторонние треугольники со стороной, равной  $(1/3)a$  от стороны исходного фрактального треугольника. В свою очередь, на средних отрезках сторон полученных треугольников, являющихся объектами-наследниками первого поколения, выстраиваются треугольники-наследники второго поколения со стороной  $(1/9)a$  от стороны исходного треугольника.

Таким образом, мелкие элементы фрактального объекта повторяют свойства всего объекта. Полученный объект носит название «фрактальной фигуры». Процесс наследования можно продолжать до бесконечности. Таким образом можно описать и такой графический элемент как прямая.

Изменяя и комбинирую окраску фрактальных фигур, можно моделировать образы живой и неживой природы (например, ветви дерева или снежинки), а также составлять из полученных фигур «фрактальную композицию». Фрактальная графика, так же как векторная и трёхмерная, является вычисляемой. Её главное отличие в том, что изображение строится по

уравнению или системе уравнений. Поэтому в памяти компьютера для выполнения всех вычислений ничего, кроме формулы, хранить не требуется.

Одним из самых из самых известных фрактальных изображений является **множество Мандельброта**. Это множество таких точек  $c$  на комплексной плоскости, для которых рекуррентное состояние  $z_{n+1}=z_n^2+c$  при  $z_0=0$  является ограниченным. То есть, это множество таких  $c$ , для которых существует такое действительное  $R$ , что неравенство  $|z_n|<R$  выполняется при всех натуральных  $n$ .

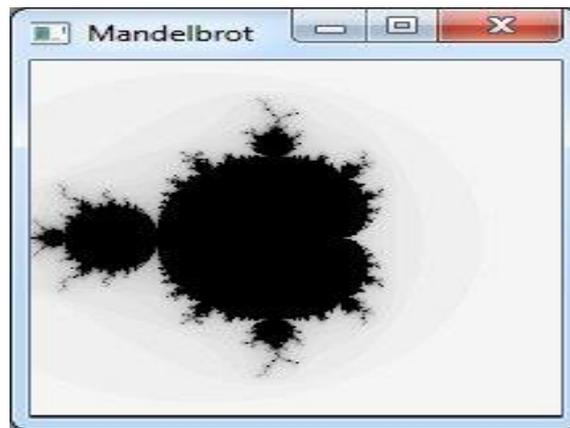


Рис. 2. Реализация построения множества Мандельброта

Для построения графического изображения множества Мандельброта чаще всего используется алгоритм, называемый *escape-time*. Суть его такова. Доказано, что всё множество целиком расположено внутри круга радиуса 2 на плоскости. Поэтому будем считать, что если для точки  $c$  последовательность итераций функции  $f_c = z^2 + c$  с начальным значением  $z = 0$  после некоторого большого их числа  $N$  (скажем, 100) не вышла за пределы этого круга, то точка принадлежит множеству и красится в черный цвет. Соответственно, если на каком-то этапе, меньшем  $N$ , элемент последовательности по модулю стал больше 2, то точка множеству не принадлежит и остается белой. Таким образом, можно получить черно-белое изображение множества, которое и было получено Мандельбротом.

#### Список литературы

1. Stevens R.T. Creating fractals (Graphics series) // Publisher: Charles River Media; 1 edition, August 15, 2005
2. Федер Е. Фракталы. – М: Мир, 1991
3. Абачиев С.К. О треугольнике Паскаля, простых делителях и фрактальных структурах // В мире науки. – 1989. – № 9.

УДК 004

**РАЗЛОЖЕНИЕ КАРДИОСИГНАЛА НА ОРТОГОНАЛЬНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ**

Вылегжанин О.Н., Демидова О.О., Марченко К.А.

Научный руководитель: Вылегжанин О.Н.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,**634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30**E-mail: ok\_demidova@mail.ru kopia.kopii@gmail.com*

*Method of decomposition cardio signal was described. Original cardio record was divided at separate cardio signals with duration of 0.82s. Each cardio signal was written as a column of matrix. Singular decomposition was fulfilled for matrix. Results of proposed method application to analysis of real cardio record was discussed.*

**Key words:** *High-resolution electrocardiography, decomposition at orthogonal parts, principal components analysis, singular expansion of matrix.*

**Ключевые слова:** *Кардиография высокого разрешения, разложение кардиосигнала на составляющие, метод главных компонент, сингулярное разложение матрицы.*

В настоящее время в электрокардиографии интенсивно развивается направление, связанное с регистрацией и анализом низкоуровневых составляющих кардиосигнала, так называемая электрокардиография высокого разрешения. Многими авторами показана высокая значимость диагностических признаков, получаемых в рамках данного направления [1–3].

В настоящей работе предложена модель кардиосигнала, при которой он может быть разложен на следующие информативные составляющие [4]:

$$x(t) = a_1 s_1(t) + a_2 s_2(t) + \eta(t),$$

где  $s_1(t)$  – регулярный процесс заряда-разряда миокарда, обусловленный только геометрическими и электрофизическими характеристиками сердца пациента,  $s_2(t)$  – регулярный сигнал, вызванный возмущениями процесса заряда-разряда миокарда, обусловленными патологическими процессами,  $\eta(t)$  – случайная помеха.

Совокупность зарегистрированных кардиосигналов представлялась в виде матрицы, в  $i$ -м столбце которой записан  $i$ -й зарегистрированный кардиосигнал. При этом все сигналы согласованы относительно положения максимума  $R$ -пика.

Для этого определялось положение максимума  $R$ -пика каждого кардиосигнала и для  $i$ -го сигнала выбирался набор отсчетов кардиозаписи, во временном интервале: 0,11 с до положения максимума  $R$ -пика и 0,71 с после. Длительность сигнала составляла 0,82 с.

В зарегистрированной кардиозаписи в окрестности максимума  $R$ -пика наблюдались сильные флуктуации значений потенциала. Для их устранения было выполнено сглаживание отсчетов путем приближения их параболой вида:

$$f(x) = P_n(x) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \dots + c_n x^n.$$

Коэффициенты полинома  $c_i$  были найдены из системы уравнений  $Ac=y$ , где  $c$  – вектор-столбец, содержащий неизвестные коэффициенты  $c_i$ ,  $y$  – вектор-столбец, составленный из табличных значений функции  $u_i$ , а матрица  $A$  имела вид:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{pmatrix}.$$

Были рассчитаны уточненные положения максимумов  $R$ -пика и построена соответствующая матрица.

Для разложения кардиосигнала использовались матрицы: исходная и уточненная. Обе эти матрицы были обработаны по одному алгоритму:

Вычислялось разложение исходной матрицы в виде [5]:

$$X = U\lambda V^T, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – диагональная матрица сингулярных чисел, а матрицы  $U, V$  – унитарные.

Определялось количество членов разложения из условия  $\lambda_i \geq \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  – порог.

Из выражения (1) следует, что каждый кардиосигнал может быть представлен в виде линейной комбинации из столбцов матрицы  $U$  левых сингулярных векторов:

$$X_j = \sum_{i=1}^k v_{ij} \cdot \lambda_i \cdot U_i,$$

где  $v_{ij}$  –  $j$ -й элемент вектора  $V_i$ .

В качестве демонстрационного примера применения вышеописанной методики приведены результаты обработки реальной кардиозаписи. На рис. 1 показаны графики исходного и сглаженного кардиосигналов.

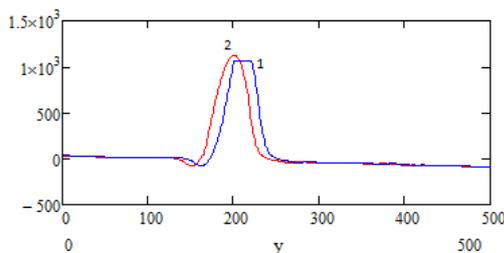


Рис. 1. Графики исходного сигнала (1) и уточненного (2)

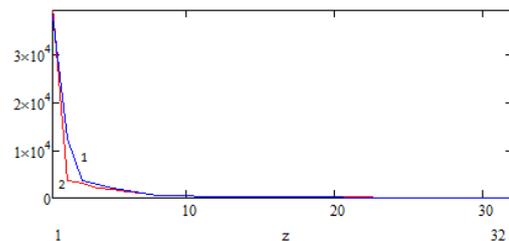


Рис. 2. Графики сингулярных чисел исходной матрицы (1) и уточненной (2)

На рис. 2 представлены графики сингулярных чисел, полученных при разложении исходной и уточненной матриц.

### Список литературы

1. Иванов Г.Г., Дворников В.Е. Электрокардиография высокого разрешения. – М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 1999.
2. Simson M.B. Use of signals in the terminal QRS-complex to identify patients with ventricular tachycardia after myocardial infarction // Circulation. 1981. – Vol. 64. – № 2. – P. 235–241.
3. Викторов И.В. Современные компьютерные системы для автоматического анализа электрокардиосигналов // Медицинская техника. – 1994. – № 1. – С. 34–35.
4. Авдеева Д.К., Вылегжанин О.Н., Пеньков П.Г., Кашуба И.В., Турушев Н.В. Выделение референтного импульса из зашумленной последовательности // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 13. – С. 107–110.
5. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений: пер с англ. – М. Мир, 1980. – 279 с.

## СЕКЦИЯ № 3 ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

*Председатель секции:*

*Марков Николай Григорьевич, д. техн. н., профессор, зав. каф. ВТ ИК ТПУ.*

*Секретарь секции:*

*Кудинов Антон Викторович, канд. техн. н., доцент каф. ВТ ИК ТПУ.*

УДК 004

### ОБРАБОТКА РЕШЕНИЙ СУДОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ И ГОРОДА ТОМСКА С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ OLAP И DATA MINING

Хлопонин А.А., Паршина Д.М.

Научный руководитель: Кудинов А.В.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: alex@diplux.com, sirena13@sibmail.com*

*The article is intended to analyze various data obtained from websites of regional and district Tomsk courts via advanced analytic technologies such as OLAP and Data Mining. The process of comparing structure open documents and their parsing using Python and NoSQL databases are considered in details. Near-duplicates and shingling, as well as regular expressions stand for analyzing and comparing texts, sentences and words. Due to these algorithms, the issue relating to extraction of necessary units can be sorted out effectively and quite accurately.*

**Key words:** *the Law field, Data mining, OLAP, Microsoft SQL Server Analysis Service, Elasticsearch, Kibana, HTML parser, Python, regular expressions, shingling, text analysis, relational database, NoSQL database.*

**Ключевые слова:** *судопроизводство, Data Mining, OLAP, Microsoft SQL Server Analysis Service, Elasticsearch, Kibana, парсинг HTML-страниц, Python, регулярные выражения, алгоритм шинглов, анализатор текста, реляционная база данных, NoSQL база данных.*

#### Введение

В наше время происходит интенсивное накопление огромных объёмов данных разного типа в различных предметных областях измеряемые в петабайтах, это в свою очередь даёт возможность решать задачи получения новых фактов, зависимостей и скрытых корреляций, а также позволяет решать некоторые аналитические задачи, такие как прогнозирование, проверка статистических гипотез, расчёт агрегатных показателей и т. д. В данной статье рассматриваются некоторые технологии и алгоритмы для извлечения и анализа данных на примере судопроизводства в г. Томске и Томской области.

### Постановка задачи

Основными задачами являются извлечение данных из открытых источников, официально предоставляемых судами РФ (официальные сайты судов РФ, сайты организаций, занимающихся обработкой делопроизводства судов РФ) и их анализ с помощью технологий OLAP, Data Mining и Text Mining.

Поставленную задачу можно условно разделить на ряд следующих подзадач:

- Анализ источников данных судебных дел Томских судов.
- Создание информационной модели: выделение основных параметров судебных дел.
- Анализ источников данных и реализация анализатора текста для получения наборов данных судопроизводства.

Решение различных аналитических задач на полученном наборе данных с помощью технологий OLAP, Data Mining и Text Mining.

### Анализ предметной области

Архив судебных актов Томских районных и областных судов состоит из административных, гражданских и уголовных дел. В зависимости от типа судебного решения можно выделить основные информационные объекты: постановления, решения, определения и приговоры. Каждый объект имеет общие атрибуты: номер дела, город, ФИО судьи, дата составления документа, название суда, нормативный акт (статья, часть, название), дата вступления в силу, тип наказания, тяжесть наказания, ФИО подсудимого, Название организации, ФИО адвоката, типы юридических лиц, фигурирующих в делах. В результате анализа предметной области была сформирована модель данных судопроизводства [1].

### Извлечение данных

Инструментами для получения данных из решений судов являются терминал в операционной системе Linux и приложение, реализованное на языке Python3.4 с сопутствующими технологиями. Основным способом поиска и извлечения данных являются регулярные выражения, а также программные фильтры отсекающие некорректные данные пропущенные регулярными выражениями. Таким образом происходит формирование дополнительных векторов данных для каждого судебного решения, что в будущем позволит расширять применение алгоритмов майнинга данных. Все сформированные объекты импортируются в NoSQL базу данных Elasticsearch для последующих хранения и обработки. Выбор данного способа хранения информации связан с существенной гибкостью данного типа базы данных, возможностью дополнения и изменения данных и одновременного выполнения срезов данных.

### Анализ данных

Технологии OLAP позволяет решать аналитические задачи, такие как расчёт статистических данных, а Data Mining рассматривает задачи интеллектуального анализа, статистической проверки гипотез, прогнозирование. К задачам получения агрегатных и статистических данных в судопроизводстве можно отнести следующие: подсчёт количества дел по видам; разделение решений по полу судей; подсчёт количества судебных актов, вступившие в силу в определённый период; подсчёт количества районных, областных судов, по превалированию уголовных, гражданских или административных нарушений; подсчёт процентного соотношения ведения дел по видам кодексов в районных и областных судах; выявление статистики по экономическим делам; выявление дел связанных с крупными фирмами и банками

на предмет возможных нарушений. Задачи такого типа можно эффективно решать при помощи технологии OLAP. К задачам интеллектуального анализа относятся: влияние пола судьи на решения по судебным делам; обнаружение явно выделяющихся дел из общих признаков, например, скорость принятия решений судьёй, несопоставимость приговора и тяжести преступления и т. д. К задачам прогнозирования можно отнести предсказание результата приговора по уголовному делу, учитывая следующие данные: степень тяжести совершенного уголовного преступления, предыдущая судимость обвиняемого, личность судьи, личность адвоката. Эти задачи можно решать при помощи технологии Data Mining. Для решения поставленных задач используется сервер хранения данных Elasticsearch и база данных Lucene лежащая в его основе, для графического отображения зависимостей и статистических показателей используется инструмент Kibana. Этот сервер предназначен для создания OLAP-кубов на основе нереляционных хранилищ данных. Построенный OLAP-куб содержит все данные необходимые для интеллектуального анализа [2].

### Текущие результаты и перспективы

Был реализован парсер для извлечения содержимого из источников данных, анализатор текста, основанный на регулярных выражениях, а также была построена информационная модель данных судопроизводства. В дальнейшем планируется решение задач интеллектуального анализа с помощью технологий OLAP, Data Mining и Text Mining.

### Список литературы

1. Щукова К.Б., Хлопонин А.А., Паршина Д.М. Извлечение и анализ данных о судопроизводстве в г. Томске с помощью технологий OLAP и DATA MINING // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 25–26 Марта 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 105–106.
2. Барсегян А.А., Куприянов М.С. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.

УДК 004

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНВАРИАНТНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ЗАДАЧ РАСПОЗНАНИЯ ОБРАЗОВ

Хлопонин И.А.

Научный руководитель: Болотова Ю.А.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: khlopilia@gmail.com*

*To date, the correlation image recognition the most promising and widely used method of search, localization, identification of objects of complex shapes. The range of applications of such filters is very wide: the automatic diagnostics in medicine, biometric access systems, navigation systems, recognition, classification, and others.*

**Key words:** *correlation filters, ASEF, MACE, Python, VanderLugt Filter, Minimum Average Correlation Energy Filter, Average of Synthetic Exact Filters, MNIST.*

**Ключевые слова:** корреляционные фильтры, ASEF, MACE, Python, фильтр ВандеЛюгта, фильтр с минимальной средней энергией корреляции, усредненный синтетический точный фильтр, MNIST.

### Введение

На сегодняшний день корреляционное распознавание изображений наиболее перспективный и широко применяемый метод поиска, локализации, идентификации объектов сложных форм. Спектр применения таких фильтров очень широк: автоматическая диагностика в медицине, системы биометрического доступа, системы навигации, распознавания, классификации и другие.

Методы корреляционного распознавания основаны на сравнении входного изображения с изображениями эталонных объектов из базы данных системы распознавания. Для ряда систем оперативность счета является ключевым условием. Для повышения эффективности работы таких систем, как бортовые навигационные системы с ориентацией по изображениям местности, системы идентификации, классификации и слежения за быстро движущимися объектами схожих форм, системы поиска и регистрации лиц в видеопотоке, изображений трафика в реальном времени необходимо использование изображений в высоком разрешении, а также осуществление оперативного поиска и обработки изображений в больших базах данных. Перспективным способом увеличения скорости обработки является реализация методов корреляционного распознавания в оптико-электронных системах.

**Целью** работы является создание усредненного синтетического точного фильтра (ASEF) и фильтра с минимальной средней энергией корреляции (MACE) для последующего сравнительного анализа на базе рукописных цифр MNIST.

### Результаты и перспективы работы

В результате работы были созданы корреляционные фильтры и проведен предварительный анализ результатов. Усредненный синтетический точный фильтр показал лучшие результаты при распознавании рукописных цифр, т. к. при его создании сначала создаются синтетические точные фильтры, затем они усредняются по всей тренировочной выборке, что позволяет проводить обучение на большем количестве примеров, не боясь переобучения фильтров. Для фильтра MACE оптимальным количеством тренировочных изображений является выборка из 40 учебных изображений цифр. Следует отметить, что есть методы способные увеличить процент положительного срабатывания MACE фильтра, путем добавления сглаживающей функции Гаусса.

УДК 004

## СЕРВЕРЫ ОТЧЕТОВ ДЛЯ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Костенко К.А.

Научный руководитель: Мирошниченко Е.А., канд. техн. наук, доцент каф. ВТ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: karinakostenko@bk.ru*

*This provides an analysis of functionality of the existing reporting systems to select the best of them, which will be the basis for the creation of a specialized report server through the development of EAM-systems.*

**Key words:** *the corporate information system, reporting server, caching of the reports, the API-interface.*

**Ключевые слова:** *корпоративная информационная система, сервер отчётов, кэширование отчётов, API-интерфейс.*

На рынке корпоративных информационных систем существует множество систем и технологий, обладающих разнообразными функциональными возможностями построения отчетов, таких, как:

- вставка в отчет графических элементов (Oracle Report, Optima-Workflow [1]);
- детализация отчетов по реквизитам (Crystal Report);
- представление отчетов в виде диаграмм (1С:Предприятие);
- создание аналитики и кросс-таблиц и др.

Вместе с тем возникает ряд проблем, которые приведенные системы не решают. К таким проблемам относятся:

- возможность строить отчет по расписанию;
- кэширование отчета;
- возможность заполнять данными ранее сгенерированный отчет;
- отсутствие API-интерфейса, позволяющего приложениям получать отчеты;
- организация сохранности безопасности данных пользователей и т. п.

Конечно, на рынке информационных систем существуют также централизованные системы построения отчетов, как например, SQL Server Reporting Services от корпорации Microsoft, но и им не по силам решить данные проблемы.

Исходя из вышесказанного, можно сказать, что специализированный сервер отчета необходим для решения вышеперечисленных проблем, встречающихся во многих крупных компаниях и предприятиях, чья деятельность требует ведения ежемесячной отчетности с большим количеством извлекаемых данных.

В данной работе рассматриваются подходы к разработке специализированных серверов отчетов, в частности, основные функциональные требования к серверу отчетов, варианты архитектурных решений его построения и подходы к выбору API-приложений формирования отчетов.

### Список литературы

1. Optima-WorkFlow [Электронный ресурс] – URL: <http://www.optima-workflow.ru> – 14.03.16.
2. Oracle. Integrated Cloud Application & Platform Services [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.oracle.com/index.html> – 14.03.16.

УДК 004

## ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ С НЕСКОЛЬКИХ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Вайтулевич А.В., Станкевич Ф.В.

Научный руководитель: Кудинов А.В., канд. техн. наук, доцент каф. ВТ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: vaanval@gmail.com*

### Введение

Благодаря расширенному использованию информационных систем в сфере добычи нефти и газа предприятия стали обладать большим объёмом технологических данных, которые, в случае успешного применения интеллектуального анализа, могут быть использованы для улучшения процесса добычи.

This paper focuses on methods and instruments aimed to apply data mining to analyze the data generated by oil wells. We will analyze such data and use it to predict various parameters of oil wells and to prevent upcoming equipment failures. In order to implement data mining solutions CRISP-DM will be used, since it incorporates iterative approach needed for countering possible design flaws [1].

### Анализ предметной области

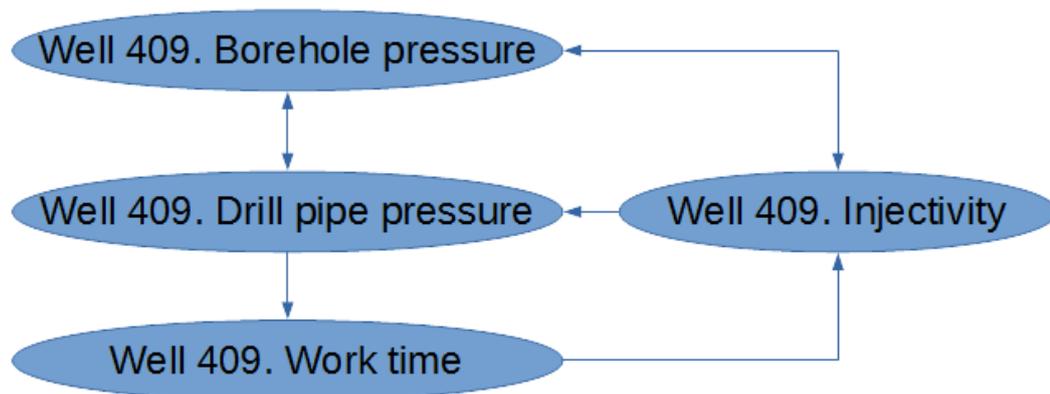
Many oil production companies equip most of their oil with automatic technological parameters registering systems which monitor oil production and related processes. The state of an oil well can be described by a set of parameters associated with equipment sensors and sensors measuring physical parameters of underground oil layers. Analyzing an oil well state allows estimating its future production as well as predicting possible equipment failures. Predictions of similar parameters may vary depending on oil well type (production wells, exploration wells or injection wells) or on geological structures involved.

An average oil well penetrates several oil layers with varying physical properties like pressure or temperature. However, these properties can be same for different wells, given the same layer is penetrated. Therefore a single model based on similar physical properties can hypothetically be built which can then be reused for multiple oil wells. This will allow reducing the amount of models needed (compared to having a unique model for each oil well), cutting costs for their creation, storing and managing.

### Создание моделей

Historical data from a real oil field was used for analysis. Oil wells with most data stored were determined by means of plain statistical analysis prioritizing the most recent data (less than 5 years old). A list of 45 oil wells of each of possible 3 types (exploration, injection and producing wells) was formed. The main goal for the next steps is to detect groups of highly-correlating technological parameters to build models upon. A model would then consist of a set of parameters that correlate well for most oil wells.

Microsoft Decision Tree Algorithm diagram was used to show correlation graphically (see fig. 1) and to get its numeric representation. For each of selected oil wells a model was created. It was then trained using the values of all parameters of the well. The values of each parameter were interpolated to match the starts of equal time periods, thus forming a matrix having timestamps as its lines and technological parameters as its columns, creating a uniform grid.



*Fig. 3. Oil well parameters correlation graph*

The resulting correlations contained information on correlations within separate oil wells only. To build models applicable for multiple wells at once data had to be further analyzed using a different algorithm. To do this the data was first aggregated into another matrix (essentially being combined adjacency matrix for all correlation graphs acquired in the previous step). Manual analysis of the resulting matrix, however, showed that some parameter pairs had high correlation values while being present only in minority of oil wells, which required removing them. This was done by using a classification model trained to detect whether parameter pair is present in majority of wells and not. The training set filtered using this model left only 32% of parameter pairs strongly linked for most oil wells. As a result clusters of parameters were obtained and could be used to train corresponding universal prediction models using Microsoft Time Series Algorithm.

### Результаты

We have discussed and developed a technology that is able to identify groups of strongly correlating technological parameters which are be used to create prediction models suitable for most oil wells of a given oil field.

Several approaches to estimate model quality exist of which estimating mean absolute error (MAE) and mean absolute percentage errors (MAPE) were used [2]. As a result of model testing, single prediction proved to be most precise method with 3,15 % error for 969 test cases for one-day prediction. This, however, cannot be used in real-world scenario due to high amount of technological parameters each oil well has (350 on average). Suggested approach of using universal reusable parameter group models showed 8,71 % error which was considerably lower than when using linear approximation (23,1 % error). Additionally, it can be used to predict technological parameter values even when no data was present (in case of new oil wells) with error slightly lower (22,47 %) than using linear approximation for oil wells with historical data (23,1 %).

### Заключение

The result of this work is an approach for building reusable prediction models of technological data of oil wells. Our approach consists of five steps:

Determining of oil wells that are used as training data sources

Training models for oil wells parameters and determining dependencies in technological data within separate oil wells

Classification of these dependencies into “reliable” and “unreliable”. Removing unreliable dependencies

Clustering of dependencies to determine the groups of dependent technological data

Training reusable models based on these groups and estimating their quality

The prototype of intelligence data analysis system of technological data of oil production was created as the result of this work. The prediction accuracy for reusable group models was 91,29 % using mean absolute percentage error for estimation (error being 8,71 %) for 969 data samples for one day prediction compared to later obtained data.

### Список литературы

1. Amorim A.L. de. J. KDD, SEMMA and CRISP-DM: A parallel overview”, Campus de Azurem, 2004.
2. Chuchueva. Mathematical Bureau. The main estimates for the accuracy of time series prediction. URL: <http://www.mbureau.ru/blog/osnovnye-ocenki-tochnosti-prognozirovaniya-vremennyh-ryadov>, access date: 01.06.2014

**СЕКЦИЯ № 4**  
**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

*Председатель секции:*

*Тузовский Анатолий Федорович, д. техн.н., профессор каф. ОСУ ИК ТПУ.*

*Секретарь секции:*

*Першина Альбина Петровна, старший преподаватель каф. ОСУ ИК ТПУ.*

УДК 004

**INFORMATION TECHNOLOGY FOR SOLVING ISSUES OF STUDENT'S  
MOTIVATION AND ADAPTATION TO EDUCATIONAL ACTIVITY**

Bobrova M.V.

Scientific supervisor: Marukhina O. V., Assistant Professor, DEP. OCS, Ph.D.

*Tomsk Polytechnic University,  
E-mail: bobrova.r@inbox.ru*

Teaching in higher education is a high level of autonomy and consciousness of students. The first and essential step in learning activities of students is their timely adaptation to training conditions in high school, regarded as the introduction of them in the professional community. The success often depends on the further professional life development.

The authors of the article shows one approach to solving the problem of motivation analysis indicators (defined by the method of "Motivational profile of the person") students for educational activities. Original data were only a value of indicators of motivational sphere for first-year students: good successful students (Group A1); bad successful students (A2 group). The training set includes indicators of motivational sphere of 100 students of the Institute of Cybernetics of TPU. According to the analysis of motivational indicators it will be decided about the success of adaptation of students to educational activity.

**Informative statement of the problem**

Determining the motivational profile of the students – test, test and designed specifically to identify the motivation factors that are highly appreciated by the student, as well as those factors which he attaches little importance as potential sources of job satisfaction. It allows you to identify the needs and aspirations of the student, and thus to get some idea of its motivational factors. The basis of the test laid comparison significance of importance motivational factors a number from the point of view of the university management.

Scales motivational profile: M – maintaining life support; C – comfort; C – social status; COM – communication; D – total activity; DR – creative activity; OD – public utility [5].

On the basis of computer-based testing matrix of responses generated automatically results. The program also provides for the possibility of forming the matrix responses on the results of

blank test. The total diagnostic evaluation are actually seven motivational scales constituting motivational personality profile, and two scales of emotional behavior, emotional components of the profile (CP). Turning emotional profile in the overall profile of the individual motivational dictated in scientific terms of internal motivation and common emotions, and practical – a significant diagnostic information [4].

### Determination of informativeness feature set

Informative signs depends entirely on how it helps us to differentiate the state of interest – if the same sign often appears in comparable conditions, it is certainly not enough to help the diagnosis and prediction. The characteristic is more informative the greater distance between stochastic values. By way of this distance Kulback's information measure is most popular. [3].

To measure the amount of information N. Wiener and C. Shannon independently of each other in 1948 proposed a logarithmic measure, be recognized as quantitative information measures. The class of such measures include the introduction of Jeffreus in 1964 and studied in detail as a measure of Kulback information measure  $J(1,2)$  discrepancies between statistical distributions 1 and 2. For discrete distributions, this formula is as follows [3]:

$$J(x_i / A_1, x_i / A_2) = \sum_j \lg \frac{P(x_{ij} / A_1)}{P(x_{ij} / A_2)} [P(x_{ij} / A_1) - P(x_{ij} / A_2)]$$

$A_1, A_2$  – states classes;  $i$  – number sign;  $j$  – range number of  $i$ -th feature;  $P(x_{ij} / A_k)$  – the probability of hitting an object belonging to a class of  $A_k$  in the  $j$  range of indication  $i$ .

This criterion makes it possible to draw conclusions about the differences empirical images without special restrictions on the distribution of random variables forming an empirical way.

### Conclusion

The most informative signs have been identified by our research. Consequently, the resulting decision rule can be used to predict student performance on motivational indicators, removed as a result of testing.

*This work was supported by rfbr, project number 14-06-00026.*

### Resources

1. Bakshaeva N.A., Verbitsky A.A. Psychology student's motivation. Teaching medium. – M. Logos, 2006. – 184 p.
2. Marukhina O.V., Berestneva E.V., Mokina E.E. Development of information technology for foreign student adapt assessment to the university scientific area [Razrabotka informacionnoj tehnologii ocenki adaptacii inostrannyh studentov k nauchno-issledovatel'skoj srede vuza] // Proceedings of the Congress on Intelligent Systems and Information Technology "IS&IT'14". FIZMATLIT, – Moscow, 2014. – V.2. – pp. 188–193.
3. Gubler E.V. Computational methods of pathological processes detection [Vychislitelnye metody raspoznavanija patologicheskikh processov] / E.V. Gubler. – L.: Medicine, 1970. – 319 p.
4. Marukhina O.V., Berestneva O.G., Bobrova M.V. Information technology for analysis of student's motivation [Informacionnye tehnologii v analize motivacionnoj sfere studentov] // Proceedings XX Baikal of the All-Russian Conference. Publishing Energy Systems Institute. LA Melentyeva SB RAS, 2015 – V. 2. – P. 219.
5. Franceva T.N. Bulletin of the Samara Humanitarian Academy. Series: Psychology [Vestnik Samarskoj gumanitarnoj akademii. Serija: Psihologija] // The questionnaire for the diagnosis of experts professional work motives. Issue № 2/2010.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕНЕЙ И БЛИКОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Чурсина Е.А., Мнацаканян Р.Э., Бабичев Н.В., Степанов О.В.  
Научный руководитель: Хаустов П.А., ассистент каф. ВТ ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: a.lena.chur@gmail.com

*This article describes the process of developing an application that finds hot spots and shadows on the image.*

**Ключевые слова:** *OpenCV, обработка изображения*

Интерес к компьютерному зрению возник одним из первых в области искусственного интеллекта и в последнее время только продолжает расти. Связано это с тем, что персональные и мобильные компьютеры достигли соответствующего уровня производительности. Многие системы для работы требуют извлечения специальной информации из изображений.

Данная работа посвящена созданию программного продукта для обработки изображения. В частности созданию приложения для поиска бликов и теней.

Это может быть использовано для выявления оригинального изображения и поиска по содержанию (например, при поиске фотографий одного предмета). Также для определения источника света, что важно при создании дополненной реальности.

Разработка алгоритма будет происходить на языке C++ с использованием библиотеки *OpenCV*. *OpenCV* – библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом, которая позволяет облегчить и ускорить процесс работы.

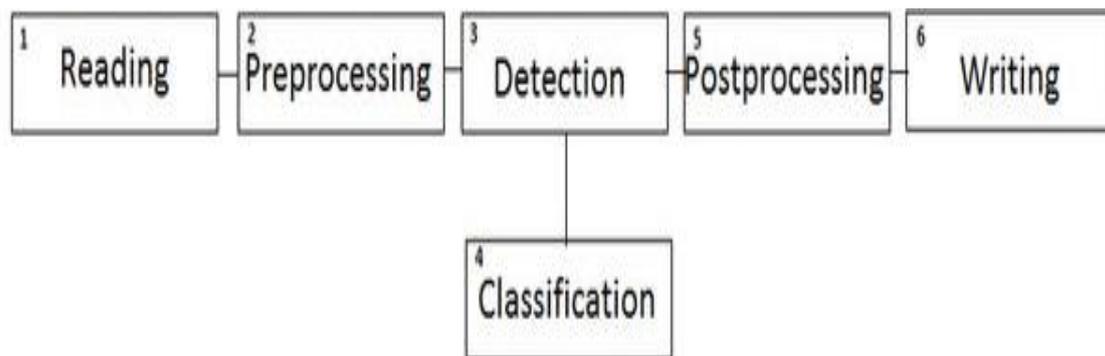


Рис. 4. Общая схема

### Общая схема приложения

В первом блоке происходит чтение данных.

Во втором блоке происходит выбор данных, необходимых для последующей обработки изображения.

В третьем блоке с помощью встроенных функций запускается поиск точек, подозрительных на тени или блики.

В блоке четвертом происходит классификация выбранных точек. Это будет самой сложной задачей – определить является ли точка частью тени или блика.

В пятом блоке происходит отсеивание одиночных точек, и объединение находящихся рядом точек в одну тень или блик.

Блок шестой – вывод результата.

Таким образом, была представлена идея и схема приложения, которое пока находится в разработке.

### Список литературы

1. Форсайт Д.А., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.: ил. – Парал. Тит. Англ.
2. Gary Bradski and Adrian Kaehler Learning OpenCV, September 2008

УДК 004

## МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОПИСАНИЮ ТЕКСТУР ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЛАЧНОСТИ

Герасимова Н.И.

Научный руководитель: Аксенов С.В., к.т.н., доцент кафедры ОСУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: nig1@tpu.ru

*Gray Level Co-occurrence Matrices are one of the earliest and effective techniques used for image texture analysis. This article describes the algorithm and testing of this method.*

**Key words:** *Gray Level Co-Occurrence Matrix, GLCM.*

**Ключевые слова:** *метод статистического подхода к описанию текстур, матрицы пространственной смежности.*

Существует множество практических и научных задач в лесном и сельском хозяйствах, в области экологии, метеорологии и авиации, которым необходима информация о типах облачности над определенными участками земли. Структура облаков и их внешний вид являются главными отличительными признаками в современной морфологической классификации облачности. Облачность различных ярусов согласно действующему метеорологическому стандарту можно разделить на 27 разновидностей, включающих основные типы, подтипы и их сочетания [1].

Необходимость автоматизации процедуры классификации облачности по спутниковым снимкам является следствием того, что классификация облачности специалистами-метеорологами является трудоемкой задачей и требует значительных временных затрат.

Для реализации поставленной задачи был выбран метод главных компонент, для которого исходными данными будут служить матрицы смежности, найденные методом статистического подхода к описанию текстур (Gray Level Co-Occurrence Matrix). Метод статистиче-

ского подхода к описанию текстур является наиболее эффективным способом описания текстуры изображений. Согласно этому методу, информация о текстуре изображения обусловлена пространственной взаимосвязью интенсивности элементов разложения [2].

Метод статистического подхода к описанию текстур позволяет эффективно описывать текстуру изображения из-за определения двумерной смежности яркости пикселей. На основе исследуемого фрагмента изображений формируются матрицы смежности яркости, с помощью которых вычисляются статистические характеристики, называемые текстурными признаками. Матрица смежности (или матрица совместной встречаемости) уровней яркости представляет собой оценку плотности распределения вероятностей второго порядка, полученную по изображению в предположении, что плотность вероятности зависит лишь от расположения двух пикселей. Процесс формирования матриц смежности проиллюстрирован на рис. 1.

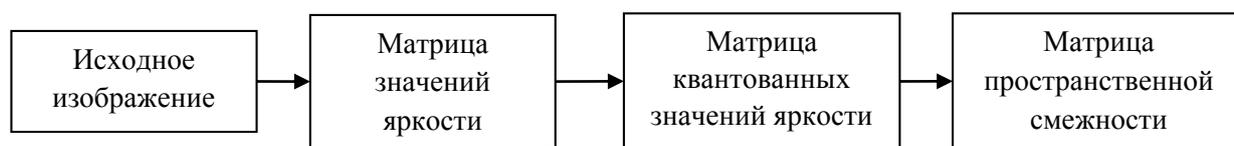


Рис. 1. Общая схема вычисления матриц смежности

В качестве языка программирования был выбран язык C#. C# – является объектно-ориентированным языком программирования, в котором представлены широкие функциональные возможности, позволяющие создавать надежные и устойчивые приложения. Для разработки была выбрана платформа Microsoft Visual Studio 2010. Богатый функционал и подробная документация делают работу с этой средой удобной и продуктивной.

При реализации метода статистического подхода к описанию текстур выбранное изображение сканируется окном, заданного размера. Окно совершает сдвиги равные 10 % от его размера. При каждом его положении вычисляются матрицы пространственной смежности для значений яркости пикселей, оказавшихся в этих пределах.

Для оценки вышеописанного алгоритма необходимо проведение тестирования его работы для различных размеров рассматриваемых фрагментов изображения. В процессе тестирования было выбрано изображение размером 1366 на 768 пикселей. Результаты тестирования работы алгоритма при поиске фрагмента изображения и параметры входящих данных представлены в табл. 1.

Таблица 1

Тестирование алгоритма для различных размеров фрагментации

Размер исходного изображения	Размер фрагмента	Время выполнения поиска
1366*768 пикселей	20*20 пикселей	11,45 с
	50*50 пикселей	7,28 с
	100*100 пикселей	5,98 с
	300*300 пикселей	7,02 с
	500*500 пикселей	7,58 с
	700*700 пикселей	12,23 с

Полученные данные свидетельствуют о зависимости времени выполнения алгоритма от размеров фрагментации, которая представлена на рис. 2.

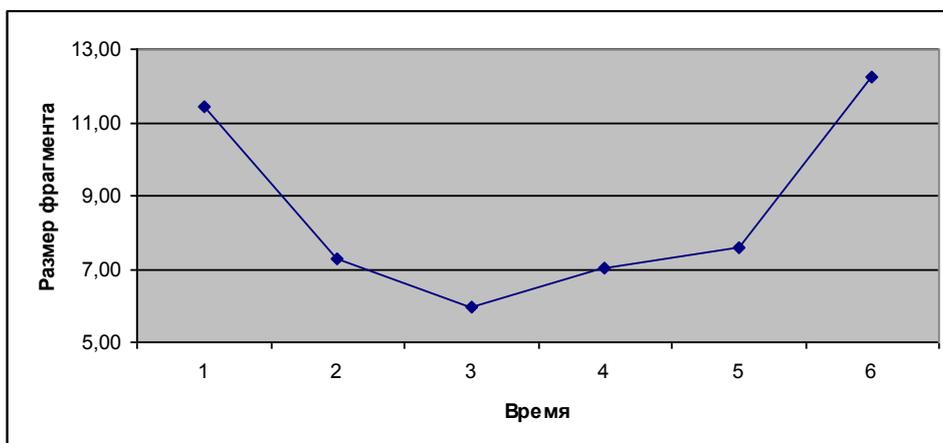


Рис. 2. Зависимость времени выполнения от размеров фрагментации

Из полученной диаграммы можно сделать вывод, что при увеличении размеров фрагментации время алгоритма убывает, так как уменьшается количество фрагментов. Однако после определенного размера время увеличивается. Это происходит потому, что время нахождения матриц пространственной смежности для изображения больших размеров сильно увеличивается.

#### Список литературы

1. Облака и облачная атмосфера. Справочник / под ред. И.П.Мази́на, А.Х. Хргиана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 647 с.
2. Haralick R.M., Shanmugam K., Dinstein I. Textural features for image classification [Journal] // Man and Cybernetics. – [s.l.]: IEEE Transactions on Systems, November 1973. – №. 6: Vols. SMC-3. – pp. 610–621.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА ПРОСТРАНСТВЕННО-УКАЗАТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА «AIRTOUCH»

Герасимов Д.В., Климкович А.В.  
Научный руководитель: Фадеев А.С.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: airtouch@bk.ru

*There are many pointing input device information into the computer, the most common of which are a computer mouse and the touchpad on a laptop. However, they have their drawbacks: it is necessary periodically to shift one of them with an active mouse using the keyboard with both hands. Touchpad also does have a limited scope. We offer take out touchpad beyond the classical touchpad device. To this end, we propose to use an accelerometer and a gyroscope, attached to the finger, and a microcontroller with a wireless communication module and power element on the wrist. For competitive devices with similar device should differ ease, accuracy, and be affordable.*

Существует множество указательных устройств ввода информации в компьютер, самые распространенные из которых – это компьютерная мышь и «тачпад» (от англ. *touchpad*) на ноутбуке. Но у них есть свои недостатки: при активном использовании клавиатуры двумя руками приходится периодически переключаться в одну из них мышь. «Тачпад» же вовсе имеет ограниченную область действия. Мы предлагаем «вынести» «тачпад» за пределы сенсорной панели классического устройства. Для этого мы предполагаем использовать акселерометр и гироскоп, крепящиеся на пальце, а также микроконтроллер с модулем беспроводной связи и элементом питания на запястье. Для конкурентоспособности устройства с аналогами устройство должно отличаться удобством, точностью, а также быть доступным по цене.

### Цель

Создание удобного, энергоэффективного устройства для вычисления перемещения руки пользователя в пространстве. Усовершенствование имеющегося прототипа.

### Реализация

Прототип устройства состоит из модуля 4-х сенсорных кнопок TTP224, размещенного на одном пальце пользователя, совмещенного модуля акселерометра и гироскопа GY-521 на микросхеме MPU6050, размещенного на втором пальце пользователя, акселерометра ADXL335, размещенного на третьем пальце, платы, содержащей 32-битный микроконтроллер nRF51822 со встроенным модулем беспроводной связи Bluetooth 4.0 и двух аккумуляторов ёмкостью 2,4 Вт\*ч, соединенных между собой проводами.

При движении руки происходит фиксирование перемещения датчиками акселерометра и гироскопа на MPU6050, линейное ускорение и угловая скорость соответственно с которых передаются в микроконтроллер nRF51822, который в результате интегрирования и объединения этих данных вычисляет перемещение по трём осям и по каналу Bluetooth посылает данные для перемещения указателя (курсора) на экране компьютера. Для этого используется протокол стандартного HID (*Human Device Interface*) устройства. Нажатия левой и правой кнопок мыши фиксируются акселерометрами на MPU6050 и ADXL335. Для исключения случайных перемещений курсора используется сенсорная кнопка.

Среди **достоинств** нашего устройства хотелось бы отметить:

- эргономичность. Используя данное устройство, вы можете держать руку в естественном состоянии, без жёстко фиксированной формы, что предотвращает развитие туннельного синдрома;
- функциональность. За счёт усовершенствования и индивидуальных настроек ПО продукта, пользователь имеет возможность настраивать и использовать устройство под разнообразные цели;
- перспективность. Возможность простого расширения функционала устройства за счёт добавления разных датчиков и оптимизирования ПО.

Целевой аудиторией являются пользователи ноутбуков, ПК и других подобных устройств, как альтернатива сенсорной панели («тачпаду») и компьютерной мыши, а также как компонент презентационного оборудования. При дальнейшем развитии возможно расширение возможностей устройства для взаимодействия в виртуальной и дополненной реальности, а также для работы с различными системами проектирования.

### Конкуренты

На данный момент на рынке существует только один тип устройства со схожим принципом действия – это «Аэромышь» (AirMouse) различных производителей. Главным отличием существующего решения является форм-фактор и принцип фиксации зависящий от модели. На данном уровне, данные устройства занимают свою нишу в управлении смарт-телевизорами и TV приставками, однако даже среди них не слишком распространены. Разработанное же нами устройство удобно для использования как с компьютерами, так и с другими подобными устройствами, и не занимает место в руке, что увеличивает гибкость использования устройства. Другие же подобные устройства, крепящиеся на руке, значительно уступают по стоимости, так как их цена начинается от 3,5 тыс. рублей, а себестоимость нашего прототипа находится на уровне 1 тыс. рублей.

### Риски

Главным риском проекта является отсутствие востребованности со стороны конечного пользователя. Поэтому одним из приоритетных направлений разработки устройства является удобство использования. Вторым по значимости риском является сложность создания первых промышленных образцов, что будет решаться привлечением различных спонсоров.

УДК 004

## БЕСПИЛОТНЫЙ АВТОМОБИЛЬ В СРЕДЕ UNITY3D

Исаев А.С., Журбич Н.И.

Научный руководитель: Иванов М.А., к.т.н., зав. каф. ОСУ ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: Issayef@ya.ru, niz1@tpu.ru

*The article is devoted to research and designing of autonomous car – a self-governing car in which artificial intelligence will take the role of driver. In today's world, the present invention is necessary because today humanity can not imagine being without any types of transport.*

*Статья посвящена исследованию и проектированию беспилотного автомобиля – самоуправляемой машины, в которой роль водителя будет занимать искусственный интеллект. В современном мире данное изобретение необходимо, так как на сегодняшний день человечество не может представить себя без транспорта.*

**Ключевые слова:** беспилотный автомобиль; Unity3D.

**Key words:** autonomous car; Unity3D.

### Введение

Беспилотный автомобиль – транспортное средство, оборудованное системой автоматического управления, которое может передвигаться без участия человека. Появление беспилотных автомобилей поможет, во-первых, снизить уровень инцидентов и аварий на дорогах. Во-вторых, такие автомобили избавят водителей от необходимости длительного и утомительного управления автомобилем.

Основной целью проекта является разработка трехмерной реалистичной имитации процесса управления движением автомобиля в городской среде. Создаваемый программный комплекс будет позволять разрабатывать все аппаратные и программные системы беспилотного автомобиля и проводить виртуальное испытание разработанных систем, в том числе сложных алгоритмов автоматического управления транспортным средством. Для реализации данного проекта на начальных стадиях была выбрана среда разработки Unity. В основу нашей работы легло изучение недостатков и преимуществ беспилотного автомобиля, способы реализации и проектирование в среде Unity.

### **Преимущества и недостатки**

Во время исследования принципа работы беспилотного автомобиля, были выявлены следующие его преимущества:

- Возможность транспортировки грузов, во время природных или техногенных катастроф, в том числе по опасным зонам и в «горячих точках».
- Более экономичный расход топлива.
- Централизованное управление транспортом.
- Снижение цен на перевозку грузов и пассажиров в связи с экономией на заработной плате водителей.
- Минимизация аварий и инцидентов на дорогах.
- Возможность свободно перемещаться людям с ограниченными возможностями.

Однако появление на дорогах беспилотных автомобилей влечет за собой и ряд недостатков, которые заставляют задуматься о необходимости внедрения подобных транспортных средств в повседневную жизнь. В ходе исследования были выделены некоторые из них:

- Потеря рабочих мест для людей, чья работа связана с вождением транспортных средств.
- Ненадежность программного обеспечения.
- Потеря контроля собственным автомобилем.
- Ответственность за нанесение ущерба.
- Отсутствие опыта вождения в каких-либо критических ситуациях.

### **Разработка в Unity**

Как уже было отмечено ранее, в качестве средства разработки была использована среда Unity.

Unity – это инструмент для разработки двух- и трёхмерных приложений и игр, работающий под операционными системами Windows, OS X. Редактор Unity имеет простой интерфейс, который легко настраивать, благодаря чему отладку игры или приложения можно настраивать прямо в редакторе. Ядро поддерживает два сценарных языка: C#, JavaScript. Указанные факторы стали определяющими при выборе платформы для разработки.

### **Метод реализации**

На текущий момент реализация проекта находится на первой стадии. На данном этапе уже осуществлена разработка модели автомобиля и некоторой части городской инфраструктуры, включающей здания, дороги, светофоры и прочее. Также было сделано меню для удобной навигации по приложению. В настоящий момент приложение представляет собой симулятор движения. Уже сейчас осуществляется разработка таких объектов как, пешеходы, другие автомобили и дорожные знаки.

На сегодняшний день доступно 2 режима работы приложения: в дневное и ночное время. Возможно включение и отключения света фар автомобиля.



*Рис. 1. День*



*Рис. 2. Ночь*

Следующим этапом проекта является переход от управляемого автомобиля к автоматическому управлению, создание машины с искусственным интеллектом. Автомобилу будет задаваться определенный маршрут, по которому будет происходить движение. Также будут добавлены сторонние участники дорожного движения, такие как пешеходы и другие автомобили, движущиеся по своим маршрутам.

### **Вывод**

В ходе исследования был сделан вывод о том, что реализация беспилотных автомобилей возможна и необходима для современного мира. Несмотря на некоторые недостатки, внедрение таких машин в жизнь будет мощным толчком в развитии технологий. Что касается среды разработки Unity, как инструмента для проектирования данной системы, то она является оптимальным решением. Данный инструмент удобен в использовании и открывает различные возможности перед разработчиком. Программой могут пользоваться как начинающие, так и опытные пользователи. В итоге мы получили исправно работающее приложение, которое позволяет симулировать движение автомобиля по дорогам города под управлением пользователя с клавиатуры. Следующим шагом в разработке является создание самого беспилотного автомобиля.

### **Список литературы**

1. O'Toole Randal. Gridlock: why we're stuck in traffic and what to do about it. – Cato Institute, 2009. – 277 с.
2. Дарнелл, Рик. JavaScript: справочник: пер. с англ. / Р. Дарнелл; пер. Ф. Гороховский. – СПб.: Питер, 1998. – 192 с.
3. *Autonomous car*. [электронный ресурс] – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous\\_car](https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_car) (Дата обращения: 14. 03.16 г.)

УДК 004

## МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ K-MEANS WITH CONNECTIVITY CONSTRAINT

Костин К.А., Аксёнов С.В.  
Научный руководитель: Аксёнов С.В.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: kak@tpu.ru

*The given article describes the main principles and modifications of the well-known segmentation algorithm K-means with Connectivity Constraint (KMCC) and demonstrates advantages of this algorithm. The segmentation algorithm is the necessary part of the texture classification program.*

**Ключевые слова:** обработка изображений, сегментация, K-Means with Connectivity Constraint.

**Key words:** image processing, segmentation, K-Means with Connectivity Constraint.

Одной из актуальных проблем на сегодняшний день является проблема индексации и поиска медиа файлов изображений и видео по их содержанию. Одним из вариантов решения данной проблемы является предложенный нечеткий текстурный классификатор, подробно описанный в [1]. Основной проблемой классификатора является то, что на данный момент производится классификация точек изображения и их окрестностей, а не цельных объектов и сегментов изображения, что разнится с принципами человеческого восприятия, описанными в [2]. Предлагаемым решением данной проблемы является предварительная сегментация изображения, которая производится с помощью алгоритма *K-Means with Connectivity Constraint (KMCC)*, модификация реализации которого представлена в данной работе.

Оригинальный алгоритм сегментации *KMCC* подробно описан в [3]. Модификации алгоритма в данной работе связаны с увеличением производительности и с приближением результатов к человеческому восприятию изображения.

В алгоритме *KMCC* каждый пиксель характеризуется несколькими векторами характеристик: характеристики интенсивности в пространстве  $L \cdot a \cdot bI(p)$ , вектор текстурных характеристик Лавса  $T(p)$  (в оригинальном алгоритме – низкочастотные характеристики Хаара), вектор координат пикселя  $p$ .

Все пространство изображения изначально делится на квадратные сегменты заданной размерности  $f$ . Полученные сегменты характеризуются параметрами, усредненными по пикселям, входящим в них,  $(\bar{I}_k, \bar{T}_k)$ , а также вектором координат центра региона  $\bar{S}_k$  и площадью региона  $A_k$ .

Над векторами интенсивности пикселей производится условное преобразование по формуле (1).

$$J(p) = \begin{cases} I(p), & \text{if } \|T(p)\| < T_{th} \\ \frac{1}{f^2} \sum_{m=1}^{f^2} I(p_m), & \text{if } \|T(p)\| \geq T_{th} \end{cases}, \quad (1)$$

где  $T_{th} = \max\{0, 65T_{\max}, 14\}$ ,  $T_{\max}$  – максимальное значение нормы вектора текстурных характеристик изображения  $\|T_{th}\|$ .

Алгоритм сегментации делится на 2 фазы.

1. Миграция пикселей с оценкой близости пикселей к регионам по формуле (2).

$$D(p, S_k) = \|J(p) - \bar{J}_k\| + \|T(p) - \bar{T}_k\| + \lambda \frac{\bar{A}}{A_k} \|p - \bar{S}_k\|, \quad (2)$$

где  $\|J(p) - \bar{J}_k\|$ ,  $\|T(p) - \bar{T}_k\|$  и  $\|p - \bar{S}_k\|$  – Евклидова мера расстояния между пикселем и регионом по характеристикам интенсивности, текстурным характеристикам и характеристикам пространственного положения соответственно;  $\bar{A}$  – средняя площадь всех регионов изображения,  $\lambda$  – регулирующий параметр. На каждой итерации происходит перемещение пикселей в регионы на основании наименьшего значения  $D(p, S_k)$ . Параметры регионов на каждом шаге пересчитываются.

2. Производится анализ областей, полученных на первом шаге, с помощью формулы (2). Наиболее близкие области объединяются до тех пор, пока их количество не достигнет заданного значения.

Постобработка результатов удаляет регионы, размер которых меньше порогового значения  $t_{th} = 1\%$  путем их поглощения наиболее близкими, согласно формуле (2), соседними регионами.

Модификацией алгоритма на этих двух этапах в пользу производительности является хранение каждым из регионов кумулятивных сумм расстояний между пикселями регионов, сумм текстурных характеристик пикселей в регионе, сумм значений интенсивности пикселей региона.

Для оценки качества сегментации был использован подход *Data Driven Markov Chain Monte Carlo (DDMCMC)*, описанный в [2]. Оценка качества производится с помощью вычисления вероятности сегментации в соответствии с системой человеческого восприятия по формуле (3).

$$P(W) = p(k) \prod_{n=1}^K p(R_i) p(l_i) P(t) = \exp(-\lambda K - \sum_{n=0}^{K-1} (\mu \oint_{\partial R_i} dS - \gamma |R|^c + \nu |\theta_i|)), \quad (3)$$

где  $K$  – количество регионов,  $R_i$  –  $i$ -й регион,  $l_i$  – граница  $i$ -го региона,  $P(t)$  или  $\theta_i$  – тип  $i$ -го региона,  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $\gamma$ ,  $\nu$  – константы. Для данного эксперимента  $\lambda = 0.25$ ,  $\mu = 10.0$ ,  $c = 0.25$ ,  $\gamma = 2.0$ , а параметр  $\nu$  для *KMCC* опущен.

На рис. 6–7 изображены результаты тестирования оригинального и модифицированного алгоритмов сегментации.

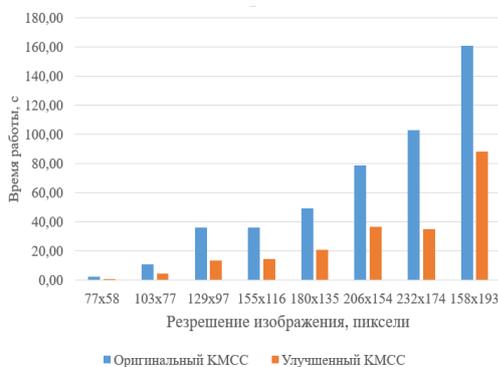


Рис. 6. Сравнение производительности версий алгоритмов сегментации

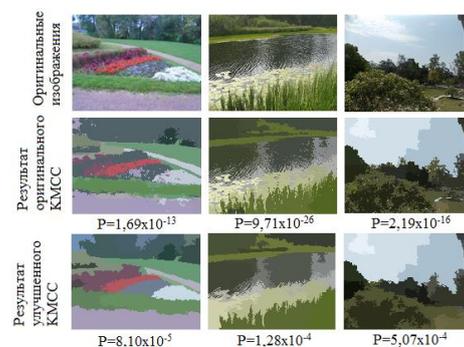


Рис. 7. Сравнение результатов сегментации различных версий алгоритмов с указанием значений вероятностей сегментации

Как видно из полученных результатов, производительность модифицированного алгоритма выросла в среднем в 2,2 раза. Качество сегментации возросло значительно, т. к. значение вероятности выросло на несколько порядков, и приблизилось к показателям человеческого восприятия.

В дальнейшем планируются работы по увеличению производительности с помощью GPU для применения алгоритма для сегментации изображений на видео.

Исследование поддержано грантами Российского фонда фундаментальных исследований № 14-07-00127, № 16-29-09640 и № 16-47-700289.

### Список литературы

1. Sergey Axyonov, Kirill Kostin and Dmitry Lycom. A Texture Fuzzy Classifier Based on the Training Set Clustering by a Self-Organizing Neural Network // M.Yu. Khachay, N. Konstantinova, A. Panchenko, D.I. Ignatov, G.V. Labunets (eds.), Analysis of Images, Social Networks and Texts. 4th International Conference, AIST 2015, Yekaterinburg, Russia, April 9–11, 2015, Revised Selected Papers. Pattern Recognition and Machine Learning. Vol. 542, Springer. Pp. 178–187.
2. Zhuowen Tu, Song-Chun Zhu. Image Segmentation by Data-Driven Markov Chain Monte Carlo. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 5. May 2002.
3. Noel O'Connor<sup>1</sup>, Sorin Sav, Tomasz Adamek, Vasileios Mezaris, Ioannis Kompatsiaris, Tsz Ying Lui, Ebroul Izquierdo, Christian Ferran Bennström, Josep R Casas. Region and Object Segmentation Algorithms in the Qimera Segmentation Platform. 2010.

УДК 004

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ФИНАНСОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ SEMANTIC WEB

Петрова Г.Г., Тузовский А.Ф.

Научный руководитель: Тузовский А.Ф.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: ggp\_pgg@mail.ru*

*In this paper is described information system of financial organization which allows solving the problems of financial terms matching and data sources integration.*

**Key words:** *Semantic Web, ontology, financial organization*

**Ключевые слова:** *Семантические технологии, онтология, финансовая организация*

### Введение

В настоящее время сфера финансов активно развивается, при этом объем данных финансовой сферы постоянно увеличивается. Для обработки финансовых данных разрабатывается большое количество программного обеспечения. В связи с разнородностью программного обеспечения в процессе взаимодействия организаций возникает множество проблем.

### Постановка проблемы

В процессе взаимодействия финансовых организаций выявился следующий факт: программное обеспечение и множество источников данных (электронные таблицы, документы и т. п.) различаются по своей структуре и интеграция данных из этих источников (например, для формирования оперативного отчёта или обмена информацией между организациями) является сложным и трудоемким процессом. При этом для сходных понятий финансовые организации могут использовать различные термины. Например, один и тот же документ, описывающий отношения между контрагентами, может называться и «договором» и «контрактом». В связи с этим возникла потребность в согласовании смысловых моделей, используемых финансовыми организациями (явно или неявно) и соответствующих им терминов, а также упрощение процесса интеграции данных разнородных источников.

### Предлагаемая система

Для решения проблемы согласования терминов и упрощения процесса интеграции данных предлагается разработать информационную систему с использованием технологий Semantic Web. Архитектура предлагаемой системы показана на рис. 1.

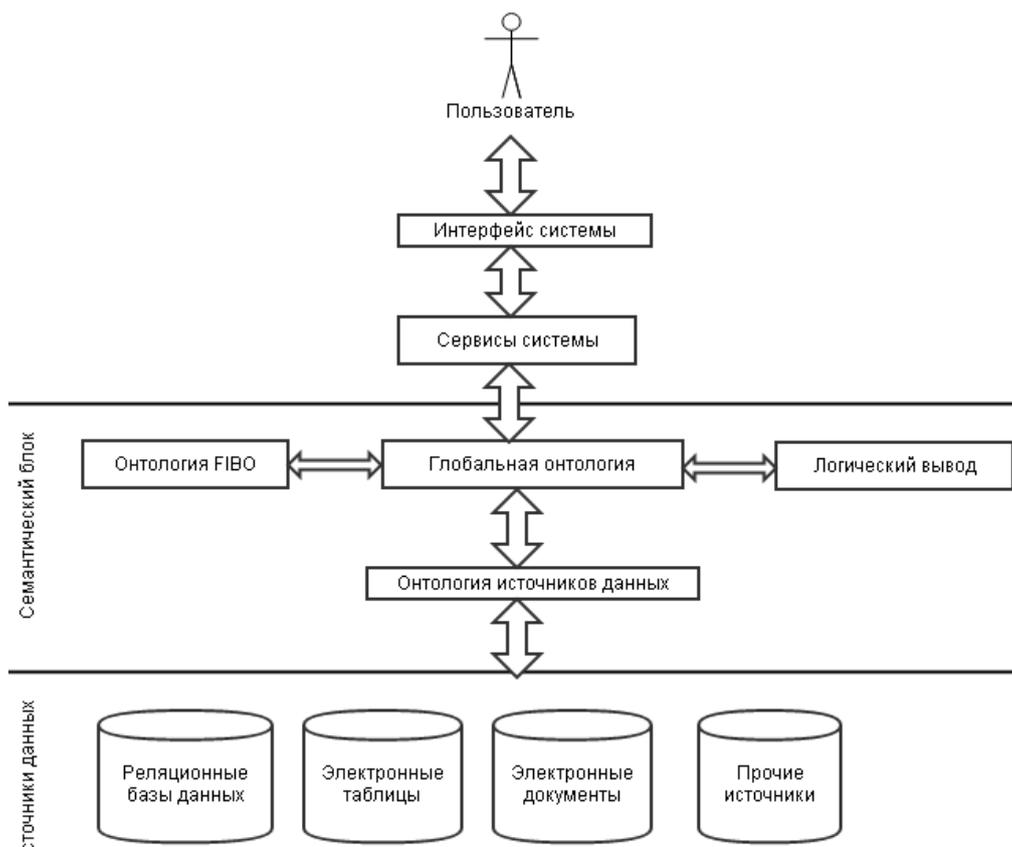


Рис. 8. Архитектура предлагаемой системы

Главным компонентом данной системы является глобальная онтология финансовой сферы. Онтология – это описание некоторой области знаний, которое включает набор понятий и связей между ними. Глобальная онтология разработана на языке OWL[1], её основой

является онтология FIBO (Financial Industry Business Ontology). FIBO – это модульная формальная модель понятий, описываемых терминами финансовой отрасли, которые используются в официальных документах финансовых организаций. Данная онтология активно разрабатывается под управлением консорциума OMG, занимающегося разработкой и продвижением объектно-ориентированных технологий и стандартов [2].

В качестве методологии разработки глобальной онтологии выбран подход Rapid Ontology Development (ROD) [3]. Отличительной особенностью данного подхода является постоянная оценка онтологии на протяжении всего процесса проектирования. Разработка начинается с определения понятий, отношений и выражений. Эта задача включает повторное использование элементов онтологии FIBO и создание новых элементов с учетом специфики финансовой сферы России. Далее онтология связывается с существующими экземплярами (экземпляры онтологий источников данных). На последнем этапе создается функциональный компонент в целях обеспечения эффективного использования онтологии. На каждом этапе разработки онтология оценивается, формулируются рекомендации для её усовершенствования.

Глобальная онтология взаимодействует с онтологиями источников данных, построенных на основе содержимого реляционных баз данных, документов на естественном языке, электронных таблиц. Онтология документов формируется путем поиска в тексте документа конструкций на естественном языке по шаблону «субъект-предикат-объект», на основе которых формируются возможные варианты триплетов онтологии. На основе структуры реляционной базы данных создаются триплеты онтологии реляционных данных. Все онтологии проходят процедуру согласования в глобальной онтологии.

Пользователи взаимодействуют с системой посредством интерфейса, с помощью которого они могут формировать запросы на составление сводных оперативных отчетов, расчёт показателей, импорт информации из электронных документов в реляционную базу данных и т. п.

### **Заключение**

В процессе развития программного обеспечения финансовой сферы выявляется множество противоречий, связанных с используемой терминологией и разнородностью источников данных. Предлагаемая система, построенная с использованием семантических технологий, поможет решить проблемы согласования терминов и упростит процесс интеграции различных источников данных.

### **Список литературы**

1. OWL – 2016 – Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/owl-features/>, свободный.
2. Петрова Г.Г., Тузовский А.Ф. Онтологии в финансовой сфере. Сборник трудов V Всероссийской конференции «ЗНАНИЯ – ОНТОЛОГИИ – ТЕОРИИ». – Новосибирск, 2015. – Т. II. – С. 96.
3. Dejan Lavbič and Marko Bajec. Employing Semantic Web technologies in financial instruments trading, 2012.

УДК 004

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ

Пискунова Т.А.

Научный руководитель: Берестнева О.Г., профессор каф. ПМ ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: tana.alex.a42@yandex.ru*

*The following article presents the implementation of the data mining method –classification tree for generating decision rule base as a part of DSS and consider the main steps for its constructing. The necessity and advantages of the given fuzzy modification are shown.*

**Key words:** DSS, fuzzy logic, classification trees, data mining

**Ключевые слова:** СППР, нечеткая логика, деревья классификации, data mining

В связи с увеличением объема информации, поступающей к руководителям и усложнением решаемых задач с большим числом взаимосвязанных факторов, появился новый класс информационных систем, предназначенных для решения слабоструктурированных и неструктурированных задач – системы поддержки принятия решений (СППР). В них используются научные методы, ищущие оптимальное решение путем обработки больших массивов информации с использованием современных технических средств. Большую область таких методов представляют методы Data Mining. Их основу составляют всевозможные методы классификации, моделирования и прогнозирования. В данной работе рассматривается первая часть задачи классификации – построение классификационной модели.

### Деревья решений с нечеткими оценками

В отличие от простых деревьев решений, где каждый примера принадлежит конкретному узлу, нечеткое дерево решений использует степень принадлежности. Очевидным преимуществом данного подхода является повышение точности классификации за счет сочетания достоинств нечеткой логики и деревьев решений. В связи с наличием слабоструктурированных данных, использование нечетких деревьев решения для построения СППР оправдано. Процесс обучения происходит быстро, а результат прост для интерпретации. Также такой подход не требует принципиальных изменений в процессе прохождения дерева решений. Конечный результат представляется в форме нечетких чисел, также результатом является и распределение его истинности. Это станет дополнительной информацией для принятия решения.

Нечеткое множество определяется через некоторую базовую шкалу  $V$  и функцию принадлежности  $\mu(x)$ , принимающую значения на интервале  $[0...1]$ . При описании объектов и явлений с помощью нечетких множеств используются лингвистические переменные  $(\beta, T, X, G, M)$ , где  $\beta$  – наименование лингвистической переменной;  $T$  – множество ее значений (термов);  $G$  – синтаксическая процедура для оперирования элементами терм-множества  $T$ , в частности, генерировать новые термы (значения);  $M$  – семантическая процедура, позволяющая сформировать нечеткое множество.

В качестве примера представим одну из ЛП текущей задачи. Необходимо определить успеваемость студента с помощью понятий «низкая успеваемость», «средняя успеваемость», «высокая успеваемость». Диапазон балловых значений определяется интервалом  $[0,100]$  согласно системе 60 в семестре плюс 40 за экзамен. Формализация такого описания может быть проведена с помощью следующей ЛП.

- $\beta$  – успеваемость студента;
- $T$  – {«низкая успеваемость», «средняя успеваемость», «высокая успеваемость»};
- $X$  –  $[0,100]$ ;
- $G$  – процедура образования новых термов с помощью связей «и» «или» и модификаторов типа «очень», «слегка», «не» и т. п.
- $M$  – задает на  $X$  нечеткие подмножества из  $T$  в соответствии с правилами трансляции из  $G$ .

В силу специфики рассматриваемой задачи при построении функций принадлежности для нечетких систем принятия решений, будут применяться групповые прямые методы с привлечением экспертных оценок. Примеры таких функций для терм-множества представленной выше лингвистической переменной отображены на рис. 1.

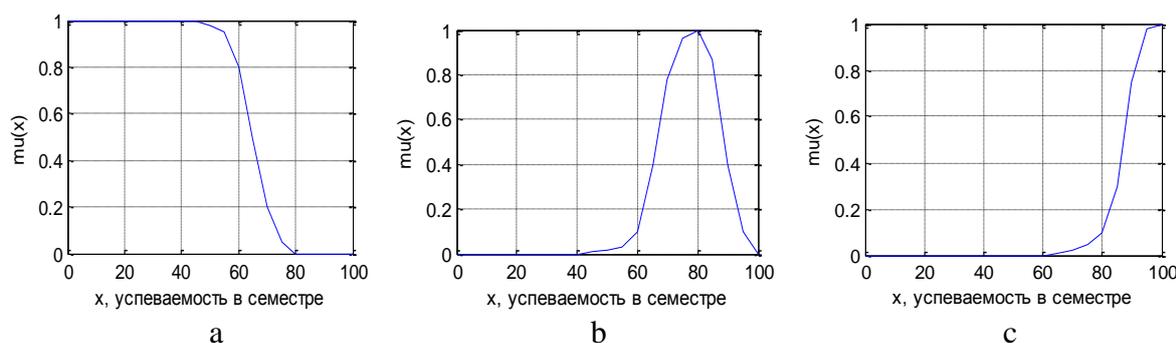


Рис. 1. Функции принадлежности для значений «низкая успеваемость» (а), «средняя успеваемость» (b) и «высокая успеваемость» (с)

Аналогично при помощи нечетких множеств формируются описания остальных характеристик объекта для составления базы правил. Ее формирование основано на пошаговом режиме обучения, в результате которого получают нечеткое дерево решений. В каждом узле дерева при обучении корректируются значения и интерполируют функции принадлежности с целью последующей фаззификации входных переменных. На этапах агрегирования получаем оптимизацию количества нечетких логических правил. Аккумуляция заключений и дефаззификация происходят пошагово в каждом узле дерева решений. Тестирования построенного нечеткого дерева решений происходит на примерах реальных данных. Далее проверяется критерий качества обучения системы, путем его сравнивая с целевым значением. При достижении целевого значения считается, что построение нечеткого дерева решений завершено и создана база нечетких правил.

На данном этапе работы в качестве модели базы знаний выбрана структура нечетких деревьев решений, так как они способны решать поставленные задачи классификации и регрессии, имеют высокую скорость обработки данных и представляют заключение в виде, доступном для понимания любому пользователю. Определены переменные, в том числе лингвистические, их диапазоны, сформированы функции принадлежности, используемые при построении базы решающих правил.

### Список литературы

1. Бразовская Н.В., Бразовская О.В. Математические методы принятия управленческих решений: учебное пособие. – Барнаул: изд. АлтГТУ, 2004. – 153 с.
2. Hand D., Mannila H., Smyth P. – Principles of data mining, MIT, 2001.
3. Чернов В.Г. Нечеткие деревья решений (нечеткие позиционные игры) // Информационно-управляющие системы. – 2010. – № 5.
4. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под. ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.

УДК 004

## ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Шагарова М.Д.

Научный руководитель: Мокина Е.Е., старший преподаватель, каф. ОСУ ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: mds1@tpu.ru*

*The paper gives the example of the description process of knowledge base formation for decision support system. This paper describes the need of data mining tools implementation to construct the rule-based for intelligent component of DSS medical studies.*

**Key words:** DSS, data mining, knowledge data, rules logic inference, rule-based, medical studies

**Ключевые слова:** СППР, интеллектуальный анализ данных, база знаний, правила логического вывода, продукционные модели, медицинские исследования

### Введение

Целью данного исследования является поиск средств для формирования базы знаний системы поддержки принятия решения в области медицинских исследований. Актуальность данного исследования определяется: с одной стороны, необходимостью разработки программного продукта, поддерживающего процесс постановки диагноза и анализа показателей здоровья в динамике, а с другой – тем, что построение СППР представляет собой наукоемкий процесс, предполагающий использование различных методов анализа данных.

### Средства интеллектуального анализа данных для СППР

Важным компонентом системы поддержки принятия решения являются знания, содержащиеся в нем, которые могут быть представлены в виде базы знаний, наборов правил. Неотъемлемой частью такой системы является интеллектуальный компонент, с помощью которого осуществляется поиск функциональных и логических закономерностей в накопленных данных, построение моделей и правил, объясняющих найденные закономерности и/или с определенной вероятностью прогнозирующих развитие некоторых процессов. Этот класс задач решается построением систем интеллектуального анализа, реализующего методы и алгоритмы Data Mining.

Архивы данных, накопленные по какой-либо сфере человеческой деятельности, содержат огромный запас сведений, явлений, факторов, относящихся к данной области. Применительно к медицинской сфере, обработанные накопленные данные о состоянии здоровья пациента, представляют собой важный материал для изучения различных случаев каждого конкретного заболевания [1]. Выявленные зависимости и закономерности в накопленных данных играют не последнюю роль при принятии решения по диагностированию, определению возникновения риска заболевания у пациента, следовательно, применимы для улучшения методики лечения заболевания пациента.

Исходя из требований, предъявляемых к разрабатываемому программному решению [2], модель СППР видится следующим образом (рис. 1):

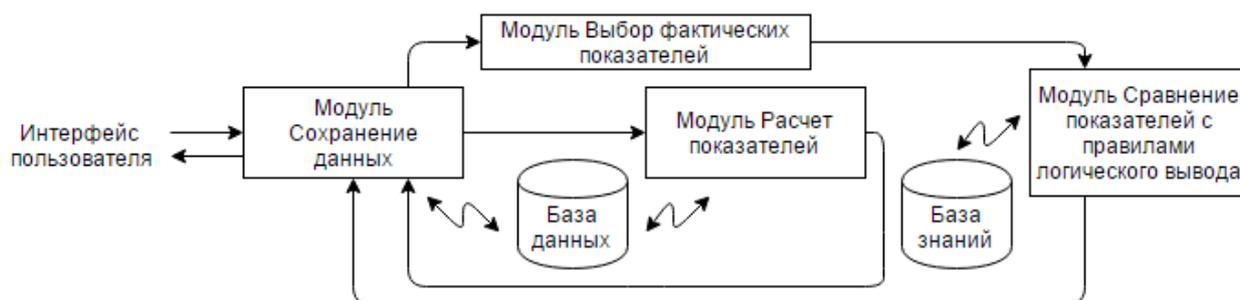


Рис. 9. Модель разрабатываемой СППР

В связи с предъявляемыми требованиями к информационной системе [2] и для реализации задач, выявленных в ходе исследования, определены основные шаги процесса разработки интеллектуального компонента системы поддержки принятия решения: 1) выявить скрытые закономерности в имеющихся данных по технологии Data Mining, обуславливающие появление заболевания, изменения показателей здоровья; 2) построить правила логического вывода по результатам применения средств Data Mining; 3) построить правила выдачи сообщений о риске появления заболевания и рекомендаций по улучшению показателей здоровья; 4) разработать логические правила вывода результатов прохождения опросов на языке программирования, сформировать базу знаний.

База знаний может быть представлена набором правил, на основе которых алгоритм логического вывода определяет выходные данные. Подходом к разработке системы поддержки принятия решения выбран подход, основанный на правилах логического вывода. Данный подход выбран исходя из поставленных задач (определение диагноза, анализ данных в динамике), требуемых решения, и наличием имеющихся накопленных данных о диагнозах, показателях здоровья пациентов. После обработки накопленного массива данных можно выявить зависимости и на их основе построить правила логического вывода. Такие правила позволяют представить знания в виде предложений типа *если (условие), то (действие)*. Поэтому в качестве средств решения задач Data Mining выбраны деревья решающих правил.

С помощью средств программного продукта RapidMiner построены деревья решений и продукционные правила определения диагноза, прогнозирования изменений показателей здоровья. Установлены зависимости между физическим компонентом здоровья (SF\_PH), психологическим компонентом здоровья (SF\_MH), уровнем депрессии (HADS\_D) и тревоги (HADS\_T), диагнозом (D со значениями здоров, G20, G24, G35). Пример правила определения диагноза:

```
HADS_T ≤ 14.500
| SF_MH ≤ 60.988
|| SF_PH > 42.408: G20 {G20=6, G35=0, G24=0, здоров=0}
|| SF_PH ≤ 42.408: G24 {G20=0, G35=0, G24=6, здоров=0}
```

Пример кодирования правила:

```
IF HADS_T <= 14,500 AND SF_MH <= 60.988 AND SF_PM >42,408 THEN: D = G20
IF HADS_T <= 14,500 AND SF_MH <= 60.988 AND SF_PM <= 42,408 THEN: D = G24
```

Таким образом можно сформировать все полученные правила, совокупность которых станет базой знаний для СППР, а программирование модуля «Сравнение показателей с логическими правилами» позволит определить диагноз, прогноз изменений показателей, обеспечит вывод новых заключений.

### Заключение

В соответствии с рассмотренным подходом можно сделать вывод о том, что главным процессом является установление зависимостей в накопленных данных и написание правил логического вывода, применяемых в программном решении, так как от них зависит адекватность и ценность вывода рекомендаций, определение диагноза, отслеживание показателей здоровья в динамике, результаты работы системы. База знаний, представленная продукционными правилами, полученными с помощью средств интеллектуального анализа данных (деревья решений) позволяет решить данные задачи.

### Список литературы

1. Мокина Е.Е. Подходы к разработке информационной системы поддержки формирования документов при оказании высокотехнологичной медицинской помощи // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2–9. – С. 1857–1861.
2. Шагарова М.Д. Подходы к проектированию информационной системы поддержки медико-психологических исследований // *Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов II Международной конференции*. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 905–907.

УДК 004

## СОЗДАНИЕ СИТУАТИВНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ СТУДЕНТОВ-СЛЕДОВАТЕЛЕЙ

Славин С.В.

Научный руководитель: Дорофеев В.А., старший преподаватель кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: slavin.feell@yandex.ru*

*This article describes the selected tools and steps to create situational-trainer program for students of legal universities.*

*Ключевые слова: Java, десктопное приложение, JavaFX, электронное обучение, электронные тестирующие программы.*

*Key words: Java, desktop application, JavaFX, eLearning, electronic testing program.*

### Введение

Для повышения эффективности обучения студентов юридических факультетов родилась идея реализовать программный продукт «Ситуативный тренажер для студентов-следователей». В настоящей статье будут освещены основные вектора развития и подготовки для реализации приложения, а так же последующего его внедрения в юридический университет.

### Актуальность

Правоохранительные органы – гарант внутренней безопасности и общественной стабильности РФ. При этом, чем опытнее и образованнее личный состав, тем работа его более эффективна. Актуальность работы заключается в том, что благодаря созданию ситуативного тренажера, в стране станет более спокойно, чем сегодня.

### Архитектура и основные концепции приложения

В процессе размышления над реализацией приложения было решено использовать язык Java и библиотеку JavaFX.

Решение использовать Java обусловлено тем, что приложения, написанные на этом языке программирования, запускаются на любом компьютере, должна быть только установлена JVM. Так как Microsoft Windows является платной ОС, не все обучающие заведения смогут ее приобрести, весьма вероятно, их выбором будет UNIX подобные системы, так что Java выглядит более приоритетно, чем другие языки. Данное приложение будет использовать графическую библиотеку JavaFX для создания приятного и удобного пользовательского интерфейса.

При запуске приложения появляется окно, где можно будет выбрать сценарий дела. После нажатия кнопки «Начать» происходит загрузка сценария выбранного дела. Затем пользователю будет представлено окно с выбором варианта действия для определенного вещ дока или ситуации. Пример окна представлен на рис. 1.

ФОТО вещдока (Например, часы)	Последнее следственное действие (Например, где нашли часы и т.п.)
	Описание вещдока (какого цвета часы, какой марки и т.п.)
<input type="checkbox"/> Провести суд. мед. экспертизу ✓ <input type="checkbox"/> Другой вариант ответа <input type="checkbox"/> Другой вариант ответа <input type="checkbox"/> Другой вариант ответа	
<div style="text-align: right;">} Возможные варианты ответа</div> <div style="text-align: right;"><b>Далее</b></div>	

Рис. 1

Если пользователь выбрал первый вариант ответа, происходит переключение окна на другое, где выводится результат выбранного действия. Пример этого окна представлен на рис. 2.

При выборе одного или нескольких неправильных ответов выдается исключение с пояснением и предлагается выбрать ответы заново. Сценарий считается пройденным, если дело дошло до суда.

К настоящему моменту уже реализован сценарий дела и идет создание программы.

ФОТО вещдока (Например, часы)	Результаты суд. мед. экспертизы (следы папиллярных узоров, крови и т.п.)
	<input type="checkbox"/> Ознакомиться с результатами исследования <input type="checkbox"/> Приобщить к делу <input type="checkbox"/> Другой вариант ответа <input type="checkbox"/> Другой вариант ответа
<div style="text-align: right;">} Возможные варианты ответа</div> <div style="text-align: right;"><b>ДАЛЕЕ</b></div>	

Рис. 2

### Заключение

В данной статье были представлены шаги по созданию приложения, которое будет реализовано в рамках ВКР. Использование этого приложения сможет повысить эффективность обучения.

В дальнейшем в рамках ВКР планируется создать конструктор для создания собственных дел. Это поможет преподавательскому составу более эффективно обучать студентов.

### Список литературы

1. Сатунина А.Е. Электронное обучение: плюсы и минусы [Электронный ресурс] – Режим доступа: свободный. <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=103>
2. Евсева Ю.И. Современное состояние и потребности сферы обучающего ПО [Электронный ресурс] – Режим доступа: свободный. <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=103>

УДК 004

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Тарасова Л.П., Осадчая И.А.

Научный руководитель: Берестнева О.Г.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: tarasova.luda31@mail.ru

*During research of various methods of mining medical data of patients with asthma have been obtained if – then rules. These rules reveal the regularities characteristic of each type of asthma. Research was conducted on selection of 32 patients on indicators of a physiological and psychological sort.*

**Key words:** bronchial asthma, data mining, if – then rules, rule's probability, significance level.

**Ключевые слова:** бронхиальная астма, обнаружение данных, «если..., то...» правила, точность правила, статистическая оценка уровня значимости правила.

### Введение

Бронхиальная астма является причиной значительных ограничений жизнедеятельности, снижения социальной активности больных, т. е. снижения их качества жизни. Ограничение социальной и физической активности отрицательно сказываются на развитии человека, вызывают существенные трудности у больного [1]. К настоящему времени заболеваемость бронхиальной астмой в мире составляет от 4 до 10 % населения. В России, по разным данным, распространённость среди взрослого населения колеблется от 2,2 до 5–7 %, а в детской популяции этот показатель составляет около 10 %. На развитие болезни влияют не только такие факторы как наследственность, экологические факторы, нервная и иммунная системы, но и возможно ряд других факторов[2].

### Постановка задачи

Имеется выборка  $X$  из  $n$  объектов (больные), характеризующихся  $m$  переменными (физиологические, социальные, психологические показатели)

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & x_{i,j} & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix},$$

где  $i$  – номер объекта (больные);  $j$  – номер переменной (признак).

И вектор  $Y = \{y_1, \dots, y_i, \dots, y_k\}$ , где  $y_i$  – один из возможных диагнозов (BAP1, BASP, BANP, PD);  $k$  – количество прогнозируемых классов (диагнозов).

Таким образом, задача заключается в построении решающих правил для выявления закономерностей, т. е. для отнесения  $i$  – го объекта ( $i = 1 \dots n$ ) (больного) с определенным признаком  $j$  ( $j = 1 \dots m$ ) к одному из имеющихся классов  $y_i$  ( $i = 1 \dots k$ ) (диагнозов).

Для решения поставленной задачи необходимо проанализировать существующие подходы к анализу данных такого типа (т. е. слабо структурированных), выбрать математический метод и способ его компьютерной реализации для построения решающего правила, выявить некоторые закономерности у больных бронхиальной астмой.

## Результаты

Поиск логических правил осуществлялся в системе WizWhy, реализующей ограниченный перебор, исключаящий из анализа логические события с низкой частотой. После задания всех параметров и выполнения определенных манипуляций получены результаты:



Рис. 1. Окно, отображающее количество найденных правил

Рассмотрим одно из правил полученное при анализе:

*If* **ADsyst1** is **120.00 ... 135.00** (average = **129.17**)  
and **TL1B1H5** is **5.00 ... 6.00** (average = **5.67**)

*Then*

**Diagnosis is BAPI**

*Rule's probability:* **1.000**

*The rule exists in* **6** records.

*Significance Level: Error probability* < 0.01

*Positive Examples (records' serial numbers):*

**1, 2, 3, 4, 6, 7**

Высказывание – *Diagnosis is BAPI* – означает, что правило характерно для людей больных бронхиальной астмой. BAPI – вид бронхиальной астмы. *Rule's probability: 1.000* означает, что точность правила в данном случае равна 1.000. Следующая запись *The rule exists in 6 records* характеризует объем множества объектов, для которых справедливо рассматриваемое правило, а другая запись *Significance Level: Error probability < 0.01* касается статистической оценки уровня значимости полученного правила (вероятность ошибки).

## Заключение

Эксперимент проводился на выборке из 32 больных по показателям физиологического и психологического рода. Объектом исследования являются данные о больных бронхиальной астмой. Анализ данных показал, что данные слабоструктурированные (имеются как количественные так и качественные показатели), это обусловило выбор продукционной модели в качестве метода представления знаний и методов Data Mining, в частности системы WizWhy, в качестве инструментария обработки.

## Список литературы

1. Самарский А.А. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. – М.: Наука, 1988.
2. Берестнева О.Г., Шаропин К.А., Добрянская Р.Г., Муратова Е.А. Разработка прототипа интеллектуальной системы прогнозирования исхода беременности // Математические методы распознавания образов (ММРО-13): Труды Всероссийской научно-технической конференции – Москва, 10–15 октября 2007. – М.: Физматлит, 2007. – С. 574–577.

УДК 004

## АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Терехин Д.Э.

Научный руководитель: Тузовский А.Ф.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: terdened@mail.ru

*This article related to situation management. It contains architecture of situation management system and class diagram of situation management agent.*

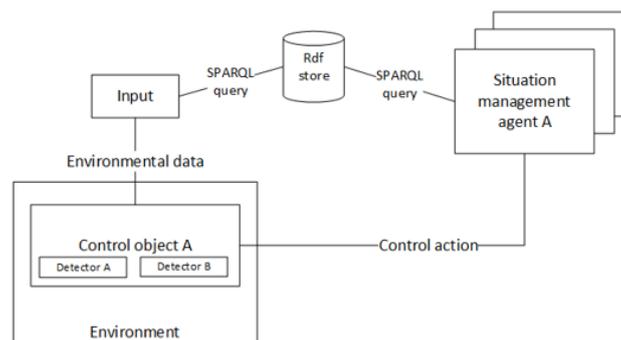
**Ключевые слова:** Ситуационное управление, Онтология, RDF, OWL, SWRL

**Key words:** Situation management, Ontology, RDF, OWL, SWRL

### Введение

Системы ситуационного управления (ССУ) используются в качестве механизма поддержки принятия управленческих решений в условиях частичной или полной неопределенности. Для реализации таких систем необходимо иметь возможность описывать ситуации, определить класс ситуации, к которым они относятся, и формировать действия для конкретных классов ситуаций. При этом используются такие понятия, как [1]: *Текущая ситуация* – совокупность всех сведений о структуре объекта управления и его функционировании в данный момент времени; *Полная ситуация* – совокупность, состоящая из состояний, знаний о состоянии системы управления в данный момент и знаний о технологии управления. Часто каждая полная ситуация относится к одному конкретному управляющему воздействию.

На рис. 1 показана архитектура ССУ, основанная на агентах. Такая структура позволяет управлять несколькими объектами используя одно общее хранилище данных. Ниже приводится описание ее компонентов.



**Рис. 1. Архитектура системы ситуационного управления**

### Входной блок

Предполагается, что в системе имеется некоторый набор датчиков, собирающий данные из внешнего мира и передающий их на вход системы. Задача данного модуля – преобразовать данные в общепринятую модель описания ситуации и сформировать SPARQL запросы для обновления данных в RDF-хранилище.

### RDF хранилище

RDF-хранилище осуществляет, хранение и доступ к данным, описывающим ситуации. Данные хранятся в определенном формате [2].

Ситуацию можно описать как совокупность объектов ситуации, их атрибутов и их отношений в пространстве и во времени. Таким образом онтология ситуации имеет следующее представление:  $S \langle So, R, A, En, Rul \rangle$ , где  $S$  – ситуация,  $So$  – объект ситуации,  $R$  – отношение,  $A$  – атрибут,  $En$  – событие,  $Rul$  – правила определяющие отношения. В итоге модель описания ситуации состоит из общей онтологии ситуации и онтологии предметной области.

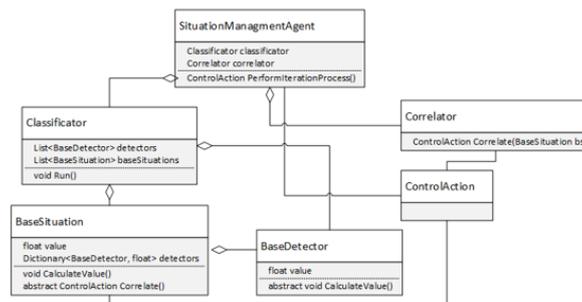
В качестве RDF хранилища был выбран компонент Jena TDB. Jena TDB – является высокопроизводительным RDF хранилищем, с широким спектром возможностей. Модель описания ситуации разрабатывается в редакторе онтологий Protégé и затем импортируется в RDF хранилище.

### Агент ситуационного управления

Агент ситуационного управления классифицирует текущую ситуацию на объекте управления и формирует управляющее воздействие, направленное на достижения цели. На рис. 2 представлена диаграмма основных классов агента ситуационного управления. Агент ситуационного управления реализован на платформе .NET. В качестве инструмента доступа к RDF хранилищу был выбран OwlDotNetApi API, который позволяет осуществлять SPARQL запросы к хранилищу.

### Классификатор

В классификаторе вычисляются значения принадлежности *текущей ситуации* к *полным ситуациям*. Каждая *полная ситуация* имеет набор характерных для нее признаков.



**Рис. 2. Диаграмма классов агента ситуационного управления**

Для их выявления используются детекторы, которые вычисляют значение наличия признака в *текущей ситуации* в нечетком множестве и на их основе определяются значения принадлежности *текущей ситуации* к одной из *полных ситуаций*, для которых существуют готовые решения.

Детекторы являются классами, производными от BaseDetector, в которых переопределен метод CalculateValue, где выполняется один или несколько запросов на языке SPARQL с последующей логикой преобразования их результатов в нечеткое множество. Это позволяет получить сведения о состоянии системы вне зависимости от сложности интерпретации данных. Собранные данные являются вектором значений от 0 до 1, где 0 – это полное отсутствие признака в текущей ситуации, а 1 – это полное его наличие.

Для классификации ситуации требуется соотнести *полные ситуации* с характерными для них признаками. Это выполняется с учетом особенностей системы и приоритеты классов. Полученное значение признака умножается на коэффициент принадлежности признака к текущей ситуации, а затем в методе CalculateValue класса BaseSituation, вычисляется значение *полной ситуации* по формуле для меры доверия Шортлиффа:

$$\text{МД}[h:e_1,e_2] = \text{МД}[h:e_1] + \text{МД}[h:e_2](1 - \text{МД}[h:e_1]),$$

где  $\text{МД}[h:e]$  – мера доверия гипотезе  $h$  при заданном свидетельстве  $e$ .

Таким образом, в классификаторе получается список *полных ситуаций* со значением принадлежности к *текущей ситуации*. Ситуация с наибольшим значением принадлежности является результатом работы классификатора и поступает на вход коррелятора.

### Коррелятор

Задача коррелятора заключается в выборе управляющего воздействия основываясь на *полной ситуации* и модели *текущей ситуации*.

Класс BaseSituation содержит абстрактный метод Correlate который вычисляет конечное управляющее воздействие, основываясь на *текущей ситуации*. Таким образом наследник класса BaseSituation имеет свою логику корреляции управляющего воздействия переопределив метод Correlate.

Коррелятор вызывает метод Correlate одной из *полных ситуаций* и получает конечное управляющее воздействие для текущей ситуации, что является результатом работы агента ситуационного управления.

### Заключение

Представленная архитектура позволяет реализовать управление основываясь на конечном наборе базовых ситуаций и может быть использована в качестве механизма принятия решения в системах поддержки принятия решений, автоматических системах управления, искусственного интеллекта в робототехнических системах и др.

### Список литературы

1. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
2. Matheus C.J., Kokar M.M., Baclawski K. A Core Ontology for Situation Awareness, 2003.
3. Web Ontology Language OWL. URL: <http://www.w3.org/2004/OWL/>

УДК 004

## УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Цавнин А.В., Замятин С.В.  
Научный руководитель: Замятин С.В.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: tsavnin@gmail.com*

*The article describes a portable device which prevents driver's dormition using computer vision algorithms to avoid car accidents. Here presented software and hardware parts of device and corresponding solutions were examined.*

**Key words:** *computer vision, road safety, dormition preventing.*

**Ключевые слова:** *компьютерное зрение, дорожная безопасность, предотвращение засыпания.*

### Введение

В современном обществе число автотранспортных средств, как личных, так и находящихся в муниципальном пользовании, растет большими темпами. В связи с этим, вопросы безопасности участников дорожного движения актуальны как никогда. По статистике, около 20% дорожно-транспортных происшествий происходит по вине спящих водителей [1]. В ряде европейских стран, таких как Германия и Великобритания это является одной из наиболее значимых проблем в сфере транспорта. Таким образом, предотвращение ДТП, произошедших по вине спящего водителя, является актуальной проблемой.

На сегодняшний момент, инженеры из разных стран работают над решением данной проблемы и существующие средства, предотвращающие засыпание водителя, можно условно разделить на группы, представленные далее [2].

Устройства, реагирующие на наклон головы водителя.

Данные устройства при наклоне головы водителя во время движения, который, вероятно, является свидетельством наступающего засыпания, издают звуковой сигнал, инициирующий пробуждение. Большинство моделей на рынке конструктивно несовершенны, например, нет реакции на наклон головы назад.

Приборы, фиксирующие кожно-гальванические реакции.

Приборы данной группы фиксируют относительное изменение сопротивления кожи человека и, на данный момент, имеют самое широкое распространение.

Аппараты, измеряющие постоянное внимание водителя.

Суть устройств данной группы в том, что периодически загорается лампочка; в ответ на это человек должен нажать на кнопку.

Приборы, определяющие положение автомобиля на дороге.

Данные устройства устанавливаются на задней части транспортного средства и регистрируют боковое отклонение машины от линии разграничения на дороге. Как только авто начинает «заносить», прибор сообщает об этом человеку, сидящему за рулем.

На данный момент, наиболее распространенными и получившими применение во всем мире считаются приборы, которые фиксирует изменение электрического сопротивления кожи человека.

Недостатки существующих средств:

- несовершенство;
- высокая стоимость;
- малая распространенность.

В данной работе рассматривается процесс создания автономного портативного устройства, которое с помощью камеры, на основе алгоритмов компьютерного зрения, отслеживает состояние глаз водителя и осуществляет звуковую сигнализацию, пробуждающую водителя, а также, в случае необходимости, дает рекомендации, позволяющие максимально безопасно продолжить поездку.

### **Программная часть**

Программная часть представляет собой приложение на языке C++. Алгоритмически, суть программы заключается в считывании видеопотока с камеры в реальном времени и его обработка. Процесс обработки включает в себя кадрирование целостного потока, анализ и выделение на каждом кадре искомого объекта с помощью каскадов Хаара. В данном случае – это открытые глаза на лице, т. е. сначала происходит определение лица и случае, если лицо найдено, то происходит поиск открытых глаз. Если с определенной задержкой искомым объект не обнаружен, то производится звуковая сигнализация.

### **Аппаратная часть**

Аппаратная часть устройства реализована на микроконтроллере STM32F. Нахождение и отслеживание лица и глаз осуществляется на основе каскадов Хаара, которые применяются к видеопотоку в реальном времени, что требует достаточных вычислительных мощностей. Существующие микроконтроллеры не в состоянии в полной мере обеспечить приемлемый уровень производительности, поэтому в данном устройстве в качестве аппаратного ускорителя используется FPGA (Field Programmable Gate Array) модели Altera Cyclone IV на базе отечественной отладочной платы «Марсоход». В предлагаемом устройстве, FPGA обрабатывает наиболее затратные, в вычислительном плане, части приложения, а именно обработка потокового видео и применение к нему каскадов.

Получение видеопотока осуществляется с помощью SXGA(Super eXtended Graphics Array)-камеры модели OV9655 марки “WaveShare. Данная камера поддерживает максимальное разрешение 1280x1024 пикселей при частоте 15 кадров в секунду в формате RGB565.

На данный момент, реализованная программная часть достаточно успешно реализовывает предложенный алгоритм. Аппаратная часть предлагаемого решения находится в стадии разработки.

### **Список литературы**

1. Medscape. Running on Empty: Fatigue and Healthcare Professionals. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.medscape.com/viewarticle/768414\\_2](http://www.medscape.com/viewarticle/768414_2) (Дата обращения 04.03.2016).
2. Управление делами Президента Российской Федерации ФГБУ «КЛИНИЧЕСКИЙ САНАТОРИЙ «БАРВИХА» ЦЕНТР МЕДИЦЫ США. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sleepnet.ru/son-za-rulem/ustroystva-ne-dayushhie-voditelyam-usnut-za-rulem/> (Дата обращения 04.03.2016).

УДК 004

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО МОНИТОРИНГУ БОЛЬНЫХ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Верхотурова А.Э., Чудинов И.Л.

Научный руководитель: Чудинов И.Л., к.т.н., доцент каф. ОСУ ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: verkhoturovaa@gmail.com

*The paper describes the need of expert system implementation to assist doctors in effective monitoring the large number of patients with heart diseases e.g. Myocardial infarction. The main objective is to incorporate medical registry data in diagnosis reasoning based on the common medical algorithms.*

**Key words:** expert system, diagnosis, cardio-vascular diseases.

**Ключевые слова:** Экспертная система, диагноз, сердечно-сосудистые заболевания.

На сегодняшний день одной из самых распространённых причин смертности в мире являются сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) – около 30 % случаев. По данным Всемирной организации здоровья ежегодно в мире госпитализируются более 4 миллионов больных с нестабильной стенокардией (НС) или острым инфарктом миокарда (ОИМ). В среднем около трети случаев ОИМ заканчиваются смертью до госпитализации, в основном в течение первого часа после появления симптомов [1]. Своевременная диагностика и определение предрасположенности к ОИМ является приоритетной задачей врача при наблюдении пациентов с ССЗ.

В 2016 г. в рамках инновационного кластера «Фармацевтика, медицинская техника и информационные технологии Томской области» вводится в действие информационная система мониторинга состояния больных, перенесших ОИМ или приступ стенокардии. Данная система предусматривает оперативный учет основных показателей состояния больных с ССЗ: биологические показатели (артериальное давление и пульс), данные электрокардиограмм (ЭКГ), результаты лабораторных исследований и функциональной диагностики. Предусматривается возможность оперативного учета состояния текущих симптомов, и основных маркеров АД и ЭКГ, путём самостоятельного ведения пациентом записей о своем здоровье с использованием сети интернет (доступом с компьютера либо смартфона), персональных тонометров и кардиографов. Доступ к этой информации создает для врача возможность удаленного наблюдения большого количества пациентов и обеспечение своевременного общения. Например, на основе этой информации врач может принимать более информированное решение о сохранении или изменении схемы лечения или о необходимости обращения больного на очный прием к врачу.

Естественным развитием информационной системы по мониторингу здоровья является разработка экспертной системы поддержки принятия решений, базирующейся на базе знаний и данных мониторинга.

Экспертную систему в данном случае можно рассматривать как модель формирования заключения о диагнозе с использованием процедур логического вывода и принятия решений, основываясь на базе знаний как совокупности фактов и правилах логического вывода (правилах продукции) [2].

Продукционные модели являются одним из распространённых видов представления знаний. При использовании данного типа экспертной системы в памяти (базе знаний) хранится определенный набор логических рекомендаций в формате «если-то». Для интерпретации правил, основываясь на начальных посылаках, используется программа – модуль логического вывода.

Среди преимуществ использования данного подхода при формировании экспертной системы называются естественность процесса заключения (вывод заключения в таких системах подобен рассуждению эксперта) и простота создания и пополнения продукционных правил и понимания механизма логического вывода. Основным недостатком является возникновение противоречий между продукциями при накоплении их большого количества. [3] Схема экспертной системы основанной на продукционной модели представлена на рис. 1.

В качестве источника экспертных знаний по постановке диагноза необходимо применить национальные рекомендации по постановке диагноза и лечению пациентов с различными ССЗ, разработанные Российским кардиологическим обществом [4].

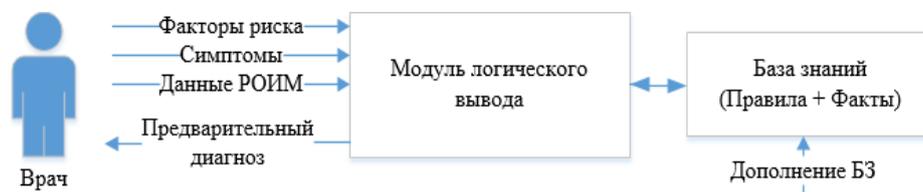


Рис. 10. Схема работы экспертной системы

Дополнительным источником данных для экспертной системы выступают ретроспективные сведения о пациентах из базы данных РОИМ [5], в которой хранятся различные медицинские показатели, для пациентов, обратившихся за медицинской помощью с острым коронарным синдромом в г. Томск.

Важной особенностью является то, что больные с ССЗ имеют как правило сопутствующие заболевания с похожими симптомами, следовательно, в базе знаний системы необходимо заложить классификацию факторов риска, симптомов, сопутствующих заболеваний.

Количество больных с ССЗ приходится на одного врача кардиолога не позволяет вести непрерывное наблюдение всех пациентов. Реализация экспертной системы позволит не только эффективно использовать накопленные в РОИМ данные для получения более точных прогнозов, но также позволит улучшить качество оказываемой медицинской помощи за счёт проведения постоянного мониторинга с широким охватом, также пациенты смогут воспользоваться данными преимуществами самостоятельно.

### Список литературы

1. Сердечно-сосудистые заболевания. Информационный бюллетень № 317.2015 г. ВОЗ [Электронный ресурс]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/ru/>
2. Джексон П. Введение в экспертные системы / Introduction to Expert Systems. – М.: Вильямс, 2001. – 624 с.
3. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1152 с.
4. Национальные рекомендации Российского кардиологического общества [Электронный ресурс]. [http://www.scardio.ru/rekomendacii/rekomendacii\\_rko/](http://www.scardio.ru/rekomendacii/rekomendacii_rko/)
5. Гарганеева А.А., Округин С.А., Борель К.Н. Программа ВОЗ «Регистр острого инфаркта миокарда» – возможности и перспективы в изучении и прогнозировании исходов социально значимых патологий на популяционном уровне // Сибирский медицинский журнал. – 2015. – Т. 30. – № 2. – С. 125–130.

УДК 004

## ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

Берестнева Е.В., Шухарев С.О.

Научный руководитель: Силич В.А., д.т.н., профессор

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: berestneva\_l@mail.com*

**Ключевые слова:** *методы оценки качества жизни.*

### Введение

Изучение качества жизни (КЖ) у взрослых проводится с 1966 г. и включено в качестве рутинного метода во многие клинические исследования, в то время как интерес к оценке качества жизни у детей возник только лишь после 1980 г. До этого момента были представлены лишь единичные сообщения на эту тему. Методы оценки качества жизни достаточно хорошо разработаны для взрослой практики, и некоторые из них применяются для детей (в основном, адаптированные опросники). Данный подход не является обоснованным из-за недостаточной достоверности методов для детской практики и различий в процессе выполнения.

В докладе рассматриваются методы и подходы для решения задачи оценки качества жизни у детей.

### Особенности организации оценки качества жизни у детей

Целесообразно отметить следующие особенности исследования КЖ в педиатрии:

- до пятилетнего возраста КЖ ребенка оценивают родители;
- после достижения ребенком 5 лет в оценке КЖ участвуют как родители, так и дети.

В международной практике этим двум подходам соответствуют термины:

- проху-репорт – это оценка КЖ детей родителями, родственниками, врачами, медсестрами и другими лицами из окружения ребенка;
- self-report – это оценка собственного КЖ самими детьми после достижения 5-летнего возраста.

Таким образом, при оценке КЖ детей необходим комплексный подход, учитывающий в совокупности мнение детей (self-report) и родителей (проху-репорт).

Стоит отметить, что в оценке КЖ детей между родителями и детьми довольно часто выявляются разногласия. Это так называемый «проху – problem» или «crossinformantvariance» феномен, достаточно подробно описанный в литературе.

Известно также о существовании разногласий между родителями в оценке КЖ их ребенка. Так, в исследовании КЖ детей с ментальными нарушениями, выполненном в Германии (HUI Mark 3 [EiserCetal. Children's perceptions of health and illness. Singapoure: HarwoodAcademicPublishers; 1997], Barr и др.), было показано, что отцы, как правило, оценивают КЖ своих детей по всем шкалам опросника выше, чем матери.

### Особенности методологии исследования КЖ у детей

Общие принципы построения протокола при проведении исследования КЖ у детей и взрослых не имеют принципиальных различий, тем не менее ряд особенностей методологии исследования КЖ в педиатрии необходимо учитывать.

Существует ряд требований к выбору опросников для исследования КЖ у детей. В соответствии с международными стандартами опросники, используемые в педиатрии, должны обладать следующими характеристиками:

- наличием хороших психометрических свойств (надежности, валидности (достоверности), чувствительности);
- практичностью (доступностью для чтения и понимания детьми различного возраста, удобным форматом для заполнения, статистической обработки и интерпретации результатов);
- возможностью применения в определенных группах детей в соответствии с задачами исследования (здоровых детей широкого возрастного диапазона, в различных клинических группах);
- наличием шкал общего характера, наряду с модулями для отдельных заболеваний, высокочувствительных для выявления симптомов, обусловленных самим заболеванием или его леением; наличием параллельных форм опросника для детей и родителей.

Все перечисленные особенности необходимо учитывать при разработке информационных технологий оценки качества жизни у детей. В настоящее время ведется работа по созданию соответствующего приложения на базе многофункционального портала Multitest.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-07-08922.*

#### Список литературы

1. Zharkova O.S., Berestneva O.G., Moiseenko A.V., Marukhina O.V. Psychological Computer Testing Based on Multitest Portal // World Applied Sciences Journal. – 2013. – № 24. – P. 220–224.
2. Berestneva O.G., Marukhina O.V., Fisochenko O.N., Romanchukov S.V. Information technology assessment of competence of technical university students // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON): proceedings, Omsk, May 21–23, 2015. – Новосибирск: IEEE Russia Siberia Section, 2015.
3. Берестнева О.Г., Фисоченко О.Н., Моисеенко А.В., Щербаков Д.О. Разработка профориентационной системы поддержки принятия решения для абитуриентов Национального исследовательского Томского политехнического университета // Интернет журнал Науковедение. – 2013. – № 4. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/77pvn413.pdf>
4. Моисеенко А. В., Берестнева О. Г., Щербаков Д.О. Развитие информационного ресурса для оценки компетентности ИТ-специалистов // Информационные и математические технологии в науке, технике, медицине: труды Всероссийской конференции с международным участием. – 2012. – Т. 2. – С. 12–14.

УДК 004

## ОБЗОР АЛГОРИМТОВ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ

Григорьев Д.С.

Научный руководитель: Спицын В.Г., д.т.н., профессор

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: trygx@tpu.ru

*The survey describes different techniques for semantic segmentation.*

**Key words:** *Semantic segmentation, sift-descriptors, histogram of oriented gradients, convolution neural network.*

**Ключевые слова:** *Семантическая сегментация, SIFT-дескриптор, гистограмма направленных градиентов, сверточная нейронная сеть.*

### Введение

Семантическая сегментация изображений – это задача разделения частей изображения на подгруппы пикселей, принадлежащих к соответствующим объектам, с его классификацией. В отличие от задач локализации (рис. 1) и детектирования объектов на изображении, задача семантической сегментации является более сложной. Это обусловлено необходимостью не только верно определить принадлежность объекта на изображении к определенному классу, но и максимально четко определить границы и структуру объекта на изображении (рис. 2).

В данной работе рассматриваются «традиционные» алгоритмы применяющиеся для решения задач сегментации/семантической сегментации изображений.



Рис. 1. Пример локализации объекта [1]



Рис. 2. Семантическая сегментация изображения [2]

### Традиционные методы

Сегментация изображений при помощи «традиционных» методов отличается тем, что в их основе их работы лежит информация о пространственных признаках объекта, а также отсутствием нейросетевой составляющей. Относительная простота реализации и теоретической базы делают их широко распространенными.

SIFT (Scale Invariant Feature Transform) Этот дескриптор представляет собой локальную гистограмму направлений градиентов изображения. Он строится следующим образом. Окрестность характерной точки делится на четыре квадратных сектора. В каждом пикселе внутри каждого сектора вычисляется градиент изображения, его направление и модуль. Затем модули градиентов умножаются на вес, экспоненциально убывающий с удалением от точки интереса. Смысл применения веса заключается в том, чтобы избежать резких изменений значения дескриптора при небольших изменениях положения окна, а также в том, чтобы градиенты, удаленные от центра дескриптора, вносили меньший вклад в его значение, поскольку градиенты на периферии окрестности точки интереса наименее устойчивы при геометрических преобразованиях изображения. По каждому сектору собирается гистограмма направлений градиентов, причем каждое вхождение взвешивается модулем градиента. Дескриптор SIFT представляет собой вектор, полученный из значений всех элементов гистограмм направлений, и состоит из 128 компонент. Дескриптор нормируется, чтобы повысить его устойчивость к изменениям яркости.

Дескриптор SIFT стал де-факто стандартом в компьютерном зрении. На идее использования локальных гистограмм градиентов яркости изображения основывается большинство современных дескрипторов [3].

HOG (Histogram of oriented gradients) – дескрипторы особых точек, которые используются в компьютерном зрении и обработке изображений с целью распознавания объектов. Данная техника основана на подсчете количества направлений градиента в локальных областях изображения. Этот метод похож на гистограммы направления края, дескрипторы SIFT и контексты формы, но отличается тем, что вычисляется на плотной сетке равномерно распределенных ячеек и использует нормализацию перекрывающегося локального контраста для увеличения точности.

Основной идеей алгоритма является допущение, что внешний вид и форма объекта на участке изображения могут быть описаны распределением градиентов интенсивности или направлением краев. Реализация этих дескрипторов может быть произведена путём разделения изображения на маленькие связанные области, именуемые ячейками, и расчетом для каждой ячейки гистограммы направлений градиентов или направлений краев для пикселей, находящихся внутри ячейки. Комбинация этих гистограмм и является дескриптором. Для увеличения точности локальные гистограммы подвергаются нормализации по контрасту. С этой целью вычисляется мера интенсивности на большем фрагменте изображения, который называется блоком, и полученное значение используется для нормализации. Нормализованные дескрипторы обладают лучшей инвариантностью по отношению к освещению [4].

SVM – Метод опорных векторов (support vector machine) – набор схожих алгоритмов обучения с учителем, использующихся для задач классификации и регрессионного анализа. Принадлежит к семейству линейных классификаторов. Основная идея метода – перевод исходных векторов в пространство более высокой размерности и поиск разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором в этом пространстве. Две параллельных гиперплоскости строятся по обеим сторонам гиперплоскости, разделяющей наши классы. Разделяющей гиперплоскостью будет гиперплоскость, максимизирующая расстояние до двух параллельных гиперплоскостей. Алгоритм работает в предположении, что чем больше разница или рассто-

яние между этими параллельными гиперплоскостями, тем меньше будет средняя ошибка классификатора [5].

### Нейросетевые алгоритмы

С увеличением производительности вычислительных машин все более широкое распространение получают алгоритмы, основанные на использовании глубоких нейронных сетей. Большинство популярных моделей нейронных сетей, используемых для сегментации изображений, использует в своей архитектуре сверточные слои. Это позволяет существенно сократить количество параметров сети, а также достичь относительной устойчивости к переносу, масштабированию и незначительным искажениям на изображении.

### Заключение

На сегодняшний день существует достаточно большое количество алгоритмов, решающих задачи семантической сегментации, однако все более широкое распространение получают алгоритмы основанные на применении нейросетей. Удачными решениями также могут являться и комбинации методов, например CNN/FCN (Convolution/Fully convolution network)+CRF(Conditional random field) что подтверждается результатами различных контекстов.

### Список литературы

1. Ren S., He K., Girshick R., Sun J. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. [Электронный ресурс] URL: <https://arxiv.org/abs/1506.01497.html>
2. Dai J., He K., Sun J. BoxSup: Exploiting Bounding Boxes to Supervise Convolutional Networks for Semantic Segmentation. [Электронный ресурс] URL: <https://arxiv.org/abs/1503.01640.html>
3. David G. Lowe Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. [Электронный ресурс] URL: <http://link.springer.com/article/10.1023/B:VISI.0000029664.99615.94>
4. Dalal N., Triggs B. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. Cordelia Schmid and Stefano Soatto and Carlo Tomasi. International Conference on Computer Vision & Pattern Recognition (CVPR '05), Jun 2005, San Diego, United States. IEEE Computer Society, 1, pp. 886–893, 2005.
5. Cortes C., Vapnik V. Mach Learn (1995) 20: 273 Machine Learning September 1995, Vol. 20, Iss. 3, pp. 273–297.

УДК 004

## СВЕРТОЧНЫЕ СЕТИ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Григорьев Д.С.

Научный руководитель: Спицын В.Г., д.т.н., профессор

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: trygx@tpu.ru

*The survey describes different techniques for semantic segmentation.*

**Key words:** *Semantic segmentation, neural network, convolution neural network,*

**Ключевые слова:** *Семантическая сегментация, нейронная сеть, сверточная нейронная сеть*

### Введение

На текущий момент в задачах классификации, детектирования, локализации объектов на изображениях или видео сформировался стандарт в основе которого лежит сверточная нейронная сеть. Архитектура искусственных нейронных сетей, была предложена Яном Лекунном для эффективного распознавания изображений. В ее основа имеет биологически правдоподобную структуру, использующую некоторые особенности зрительной коры, в которой были открыты так называемые простые клетки, реагирующие на прямые линии под разными углами, и сложные клетки, реакция которых связана с активацией определенного набора простых клеток. Фактически, идея сверточных сетей заключается в чередовании сверточных слоев и слоев подвыборки.

Название архитектура сети получила из-за наличия операции свертки, суть которой в том, что каждый фрагмент изображения умножается на ядро свертки поэлементно, а результат суммируется и записывается в аналогичную позицию выходного изображения.

На сегодняшний день существует достаточно большое количество алгоритмов, успешно решающих задачи семантической сегментации и использующие сверточную архитектуру [1, 2].

Однако большинство моделей достаточно тяжелы с точки зрения использования их в системах реального времени и для обработки видеопотока.

Исходя из представленного выше, была поставлена задача разработать и реализовать алгоритм, позволяющий распознавать и сегментировать объекты на изображении с приемлемым качеством и эффективностью.

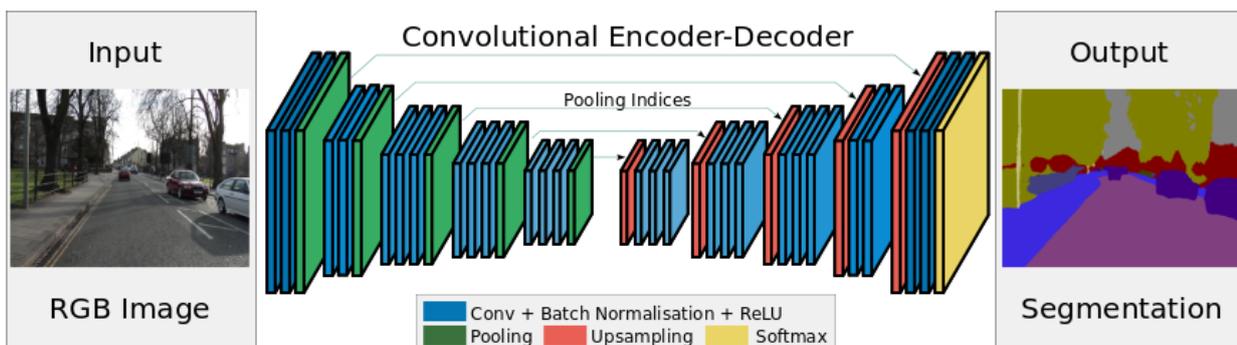


Рис. 1. Пример архитектуры сети (SegNet)[1]

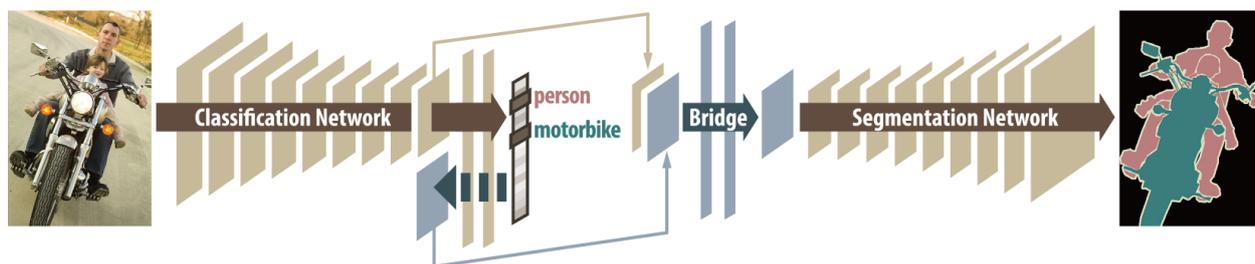


Рис. 2. Пример архитектуры сети (DecoupledNet) [2]

В данной работе представлен алгоритм сегментации использующего в основе компактную сверточную сеть (Fully convolutional network) в сочетании с CRF. С целью повышения качества работы алгоритма решено использовать несколько сверточных сетей объединённых в композицию. В качестве активационной функции была использована параметризованная ReLU. Особенностью реализации алгоритма также является ее исполнение в формате с половинной точностью без существенной потери в качестве по сравнению с оригинальным (с одиночной точностью) исполнением.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Badrinarayanan V., Kendall A., Cipolla R. SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation. [Электронный ресурс] URL: <http://arxiv.org/abs/1511.00561>
2. Hong S., Noh H., Han B. Decoupled Deep Neural Network for Semi-supervised Semantic Segmentation. [Электронный ресурс] URL: <http://arxiv.org/abs/1506.04924>
3. Ren S., He K., Girshick R., Sun J. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. [Электронный ресурс] URL: <https://arxiv.org/abs/1506.01497.html>
4. Dai J., He K., Sun J. BoxSup: Exploiting Bounding Boxes to Supervise Convolutional Networks for Semantic Segmentation. [Электронный ресурс] URL: <https://arxiv.org/abs/1503.01640.html>
5. David G. Lowe Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. [Электронный ресурс] URL: <http://link.springer.com/article/10.1023/B:VISI.0000029664.99615.94>
6. Szegedy C., Liu W., Jia Y., Sermanet P., Reed S., Anguelov D., Erhan D., Vanhoucke V., Rabinovich A. Going deeper with convolutions. In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2015.
7. Cun Y. Le, Boser B., Denker J.S., Henderson D., Howard R.E., Hubbard W., Jackel L.D. et al. Handwritten digit recognition with a back-propagation network. In Advances in neural information processing systems, 1990.

**СЕКЦИЯ № 5**  
**ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.**  
**ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

*Председатель секции:*

*Ямпольский Владимир Захарович, д. техн. н., профессор каф. ОСУ ИК ТПУ.*

*Секретарь секции:*

*Ботыгин Игорь Александрович, канд. техн. н., доцент каф. ИПС ИК ТПУ.*

УДК 004

**СОЗДАНИЕ АНИМИРОВАННОЙ 3D МОДЕЛИ АНПА**

Анфёров И.А., Дёмин А.Ю.

Научный руководитель: Дёмин А.Ю., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: iaa12@tpu.ru*

*This article includes the description of the process of creation 3D-model the AUV and water area by using the game engine such as Blender and Unity 3D.*

**Key words:** *3D-modeling, AUV (autonomous underwater vehicle), water area, game engine.*

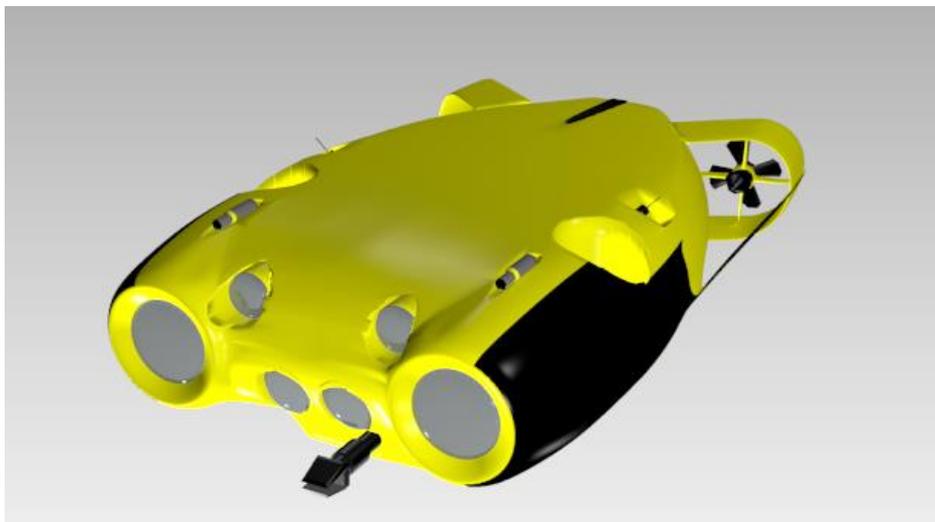
**Ключевые слова:** *3D-моделирование, АНПА (автономный необитаемый подводный аппарат), акватория, игровой движок.*

Трёхмерное моделирование в наши дни получает широкое распространение в различных сферах: от простой игрушки, до имитационного моделирования сложных технологических процессов.

В данной работе описан процесс создания 3D-модели подводного аппарата и участка акватории в качестве окружающей среды для модели.

Трёхмерная модель подводного аппарата (рис. 1) создана с помощью инструмента для 3D моделирования «Blender». За основу был взят Шведский аппарат фирмы «Sutec». При создании использовались различные ресурсы Blender'a: модификаторы, повышающие детализацию самого объекта (Subdivision Surface, Smooth), средства UV-текстурирования и редактор графов для анимации движения винтов.

Для построения трёхмерной модели акватории был использован игровой движок «Unity 3D», поддерживающий возможность создания скриптов на языке C# и импорт моделей из «Blender». В Unity присутствуют различные возможности для создания ландшафта, такие как создание модели вручную и при помощи карт высот. В данном примере использовалось ручное создание небольшого участка акватории, ограниченного скалами и различными природными объектами (рис. 2).



*Рис. 1. Трехмерная модель подводного аппарата*



*Рис. 2. Трехмерная модель акватории*

Для достижения большей реалистичности изображения на модель ландшафта были наложены текстуры камня и травы из стандартной библиотеки Unity, а так же добавлены различные 3D объекты, такие как деревья, кусты и т. д. Кроме того были использованы шейдеры для создания подводной обстановки. Предусмотрена возможность управления аппаратом с камерой от третьего лица, для которой включен параметр «дальность видимости» реализованный при помощи шейдера GlobalFog. При помощи контроллеров Rigidbody и Mesh Collider для объектов были реализованы такие физические свойства, как возможность столкновения с другими объектами и рельефом, и воздействие гравитации.

### **Заключение**

В результате работы была воссоздана высокополигональная анимированная трехмерная модель аппарата с заданными параметрами материалов, которую можно использовать при моделировании сцены с различными процессами, а также реализована тестовая модель акватории и возможность управления аппаратом.

### Список литературы

1. Базовый курс Blender//Blender3D. URL: <http://blender3d.com.ua/blender-basics/> (дата обращения: 14.03.2016).
2. Обучающие материалы по Unity//Unity-learn. URL: <https://unity3d.com/ru/learn/tutorials> (дата обращения: 14.03.2016).

УДК 004

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕСУРСНЫХ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Пилецкий А.А., Ботыгин И.А.

Научный руководитель: Ботыгин И.А., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: aap47@tpu.ru*

*The described program is designed to for collecting, storing and processing data of distributed file system.*

**Key words:** *distributed file system, data warehouse, grid computing, agent.*

**Ключевые слова:** *распределенная файловая система, хранилище данных, грид система, агент.*

В настоящее время все больше появляется задач, для решения которых необходимо сверхмощные вычислительные системы. В связи с этим, конструируются более мощные компьютеры и сложные приложения. Однако, в частных случаях возможностей современных компьютеров недостаточно для решения определенных задач. Как правило, проблемы связаны со сложными вычислениями или с обработкой огромного объема информации [1–3]. К сожалению, данные вычислительные системы имеют высокую цену, а их масштабируемость ограничена. Также такие задачи как космические исследования, поиск простых чисел, расшифровка генома человека, требуют вычислительные мощности совсем другого уровня.

Не секрет, что многие современные организации имеют большое количество компьютеров, которые очень часто применяются нерационально. Данные компьютеры могут располагаться удаленно в различных территориально-разнесенных корпусах, использовать разные хранилища данных и системы доступа, а также выполнять различные приложения. Поэтому, является логичным использования Grid-технологии, которые позволяет создать географически распределенные вычислительные системы.

В представленной работе рассматривается задача формирования сведений о подключаемых к распределенной системе узлов и визуализация их технических характеристик. Одним из вариантов хранения таких технических характеристик может быть специальный информационный ресурс (каталог с файлами), содержащий основные и вспомогательные сведения о подключенных узлах. Ниже представлен фрагмент структуры такого информационного ресурса (табл. 1).

Эти системные данные структурированы следующим образом: имеются сведения о дате и времени создания узла, сведения о операционной системе, процессоре, дисковых накопителях.

Таблица 1

*Фрагмент файла сведений PBC*

Дата формирования сведений о системных ресурсах узла распределенной системы Grid 5+: 2016-01-28 (Thu Jan 28 12:34:37 NOVT 2016)	
<DATA> Дата формирования сведений	28-01-2016
<NODE> Имя узла	I_BOTYGIN_IPS
<MEMORY> Полный объем физической памяти	8192 MB RAM
<CPU>	
Название процессора	Intel(R) Core(TM) i7-2600
Модель процессора	Intel64 Family 6 Model 42 Stepping 7
Количество ядер процессора	8
Обозначение накопителя (диска)	C:
Общий объем диска	159.9 GB
Модель диска	ST31000524AS ATA Device
Файловая система	NTFS
<END>	

Приложение позволяет вывести список подключенных узлов PBC (рис. 1), а также основные характеристики выбранного узла (рис. 2)

Подключенные узлы

Каталог узлов PBC

Имя узла	Дата форми...	Время форм...	IP адрес	Порт	Кол-во ядер
I_BOTYGIN_I...	2016-01-28	12-34-50.558	109.123.146...	49525	8
I_BOTYGIN_I...	2016-01-29	13-43-59.218	109.123.146...	49592	8
I_BOTYGIN_I...	2016-01-29	18-14-10.370	109.123.146...	49731	8
I_BOTYGIN_I...	2016-02-05	14-24-49.453	109.123.146...	49483	8

*Рис. 1. Список подключенных узлов PBC*

Характеристика узла

Характеристика узла PBC

Характеристика	Значение
Имя файла	I_BOTYGIN_IPS\$__2016-01-28__12-34-50.558__\$109.1...
Дата формирования сведений	28-01-2016
Время формирования сведений	12:34:37
Имя узла	I_BOTYGIN_IPS
Компьютер зарегистрирован за пользователем	I_Botygin
Организация	Организация не указана
Название ОС	Microsoft Windows 7 Корпоративная
Версия ОС	6.1.7601 Service Pack 1 сборка 7601
Разрядность и тип ОС	x64-based PC
Язык системы	Русский
Язык ввода	Английский
Часовой пояс	(UTC+06:00) Новосибирск (RTZ 5)
Дата установки ОС	18.03.2012
Время установки ОС	19:29:28
Число установленных исправлений ОС	458
Версия BIOS	American Megatrends Inc. P1.00, 04.03.2011
Полный объем физической памяти	8192 MB RAM
Максимальный объем виртуальной памяти	15824 МБ

*Рис. 2. Характеристика узла PBC*

Кроме этого, формируется суммарная информация о емкости доступного дискового пространства, количестве ядер все РВС.

### Список литературы

1. Радченко Г.И. Распределенные вычислительные системы. – Челябинск: Фотохудожник, 2012. – 184 с.
2. Ботыгин И.А., Попов В.Н. Архитектура распределенной файловой системы // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2014. – № 6. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/137TVN614.pdf> (дата обращения: 16.02.2016).
3. Демичев А.П., Ильин В.А., Крюков А.П. Введение в грид-технологии. – М.: НИИЯФ МГУ, 2007. – 87 с.

УДК 004

## НОВОСТНОЙ ПОРТАЛ ЛИЦЕЯ ПРИ ТПУ

Чепкасов А.Ю., Дыбанин К.А., Литневский С. Е., Скопченко А.А.  
Научный руководитель: Рейзлин В.И.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: chepkasov128@gmail.com*

*This article will consider the creation of the news portal, its structure, design and features. The purpose of this work is to create a fully functioning news portal*

**Key words:** *news portal, Html, CSS, Javascript, information site.*

**Ключевые слова:** *новостной портал, Html, CSS, Javascript, информационный сайт.*

В современном мире, значимость интернета в жизни людей кратно возрастает. На данный момент люди все меньше читают печатные издания, и все больше пользуются электронными ресурсами. Вследствие этого, было решено перенести газету Лицея при ТПУ в электронный вид. На данный момент, в Лицее отсутствует интернет версия новостной газеты, для того, чтобы лицеисты были в курсе актуальной новостной информации о жизни лицея, было принято решение создать новостной портал. Данный портал, предназначен не только для обучающихся в лицее, но и для абитуриентов и учащихся других учебных заведений.

Цель: Разработать полностью функционирующий информационный портал с применением гипертекстового языка разметки – HTML, каскадной таблицы стиля – CSS и язык сценариев – JavaScript.

Задачи:

- Изучить основы разработки: HTML, CSS, JavaScript.
- Определить разметку новостного портала.
- Анализ сайта Лицея при ТПУ для создания стилистики новостного портала.
- Наполнение портала контентом.
- Публикация новостного портала в сети интернет.

Практическая значимость нашей работы заключается в том, что наш проект способствует ознакомлению с повседневной жизнью Лицея. Это может послужить созданию собственного медиа центра в Лицее при ТПУ.

На рис. 1 представлена главная страница новостного портала.

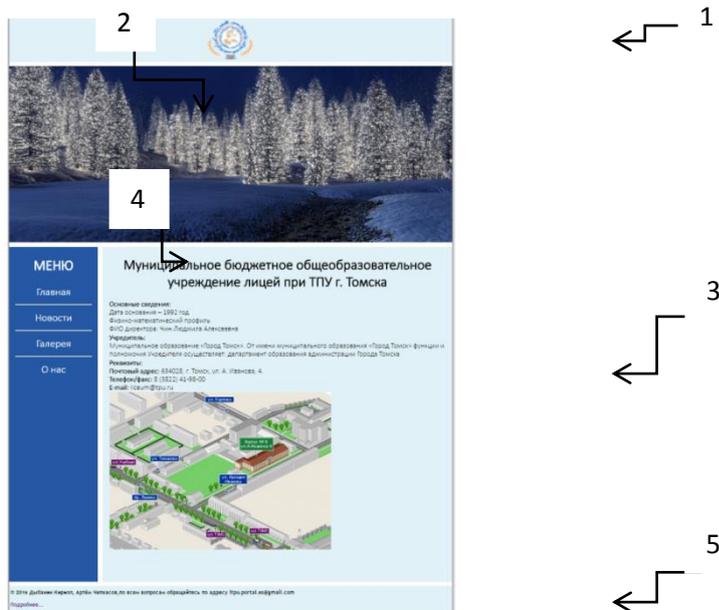


Рис. 5. Главная страница новостного портала

Наш информационный портал состоит из 5 блоков, все блоки и вся стилистика портала реализована с помощью CSS – стилей. Вся разметка сайта выполнена с помощью тегов HTML (<div>). Слайдер (Блок № 2) реализован с помощью языка JavaScript. С помощью этого языка, был создан слайдер реализующий анимацию смены картинок. Меню (Блок № 4) реализовано с помощью CSS3, является анимированным, при наведении курсора на один из подпунктов меню, он выделяется. Новостная лента (Блок № 3) на данный момент реализован статично с помощью методов HTML. В дальнейшем планируется создать динамическую ленту, с использованием базы данных. В блоках один и пять находится вся контактная информация. Новостной портал опубликован в сети интернет по адресу – ltpu.esy.es

Реализация новостного портала проходила в Институте Кибернетики на кафедре Информатики и проектирования системы в компьютерном классе. При разработке использовался персональный компьютер на базе операционной системы Microsoft Windows 7. Для написания новостного портала использовалось следующее программное обеспечение: Notepad++, Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox. При реализации данного проекта пользовались следующими источниками информации: htmlbook.ru [1], javascript.ru [2].

В результате был реализован новостной портал с применением гипертекстового языка разметки – HTML [1], каскадной таблицы стиля – CSS [1] и язык сценариев – JavaScript [2].

В ходе этой работы были изучены основы HTML, CSS, JavaScript. Получены основные навыки в области сайтостроения, а так же первичные навыки программирования.

Вся информация портала планируется хранить в электронной базе данных. В дальнейшем планируется реализовать алгоритм выборки самых популярных новостей и вывода их в

список популярных. Система оценки новостей будет основываться на элементе «Мне нравится». Чем больше людей будут оценивать новость, тем выше она будет находиться в списке популярных новостей.

### Список литературы

1. Электронный учебник HTML и CSS [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://htmlbook.ru/> (дата обращения: 17.03.2016);
2. Электронный учебник Javascript [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://javascript.ru/> (дата обращения: 17.03.2016);

УДК 004

## ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГРАФОВ

Демешко М.В., Дёмин А.Ю.

Научный руководитель: Дёмин А.Ю., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: demeshkomaria@gmail.com*

*This article describes some algorithms of graph visualization such as circle-based, arc-based and force-based visualization. There is an overview of their advantages and disadvantages. Article contains examples of visualization and gives an explanation about using metrics for adaptive visualization.*

**Key words:** *graph, force-directed, graph-visualization, graph drawing, D3.js.*

**Ключевые слова:** *граф, силовой граф, визуализация графов.*

Графы используются повсеместно для моделирования широкого спектра различных объектов и их связей. Эти объекты могут быть частью материального мира, а могут представлять собой математическую или программную абстракцию. В каждом из этих случаев может потребоваться визуализация графа.

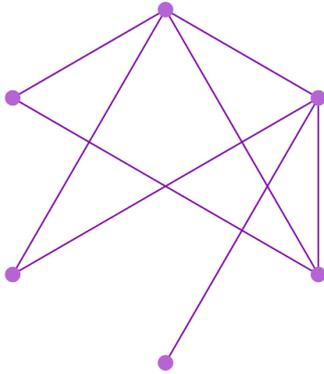
Визуализированный граф может стать мощным инструментом в задачах анализа данных. При этом задача визуализации заключается не только в выводе вершин и ребер согласно представлению графа, но и в том, чтобы этот вывод был визуальным прост для пользователя.

Можно сформулировать несколько очевидных критериев, которые раскрывают понятие «визуальной простоты»: вершины не должны накладываться друг на друга, пересечение ребер должно быть сведено к минимуму (для планарных графов – отсутствие пересечений), суммарная длина ребер должна быть минимальной, число изломов ребер должно быть минимальным, визуализация должна отражать топологические свойства графа и его симметрию. Стоит отметить, что перечисленные критерии будут несколько отличаться для различных способов отрисовки графов.

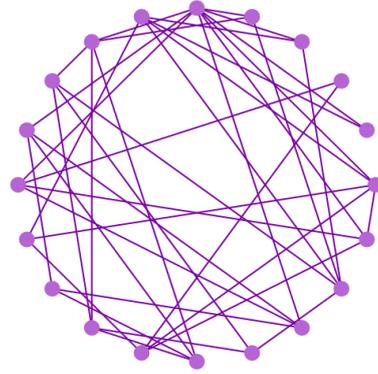
Для реализации алгоритмов визуализации, описанных ниже, использовался язык программирования JavaScript, а также библиотека D3.js.

Самым очевидным способом визуализации графов является визуализация на основе окружности. Этот способ заключается в построении вершин на окружности определенного радиуса. Ребра в таком случае являются хордами этой окружности. К преимуществам этого

способа относится простота реализации. Тем не менее, этот способ дает корректные результаты при сравнительно небольшом количестве вершин и ребер. Этот недостаток можно проиллюстрировать с помощью рис. 1 и 2.



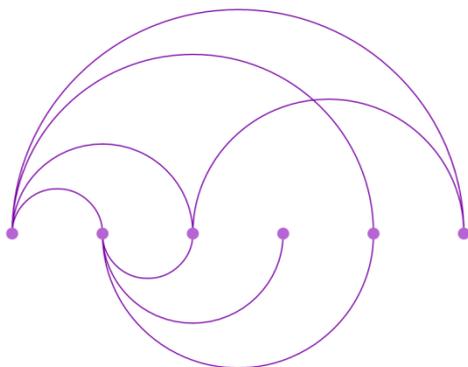
*Рис. 1. Граф, состоящий из 6 вершин и 8 ребер*



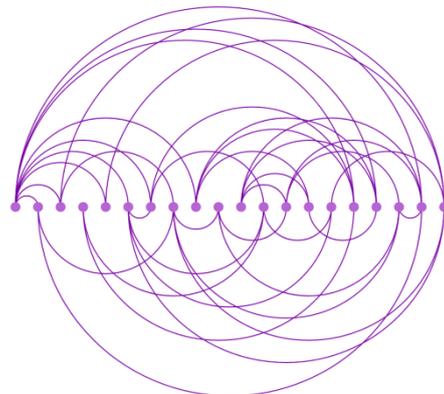
*Рис. 2. Граф, состоящий из 20 вершин и 40 ребер*

Благодаря небольшому количеству вершин и ребер граф на рис. 1 выглядит просто и структурировано. Граф на рис. 2 в свою очередь имеет множество пересечений ребер, а также близко стоящие вершины.

Следующий способ визуализации – представление ребер в качестве дуг. Этот способ подразумевает расположение вершин на одной прямой. Ребро в этом случае представляет собой полуокружность, проходящую через соответствующие вершины. Основным недостатком этого способа совпадает с недостатком визуализации на основе окружности – при большом количестве вершин и ребер граф становится визуально перегруженным. Кроме того, для уменьшения числа пересечений ребер следует осуществлять предварительный анализ графа для определения полуплоскости, в которой должна лежать полуокружность. Примеры графов, визуализированных этим способом, представлены на рис. 3 и 4.



*Рис. 3. Граф, состоящий из 6 вершин и 8 ребер*



*Рис. 4. Граф, состоящий из 20 вершин и 40 ребер*

Несмотря на большое число пересечений, результат визуализации выглядит более «разряженным» по сравнению с визуализацией на основе окружности.

Наибольшим потенциалом обладают алгоритмы, основанные на физических аналогиях [1]. Все алгоритмы, относящиеся к этому классу, моделируют граф с помощью некоей физической системы. Самыми популярными алгоритмами считаются силовой и пружинный. Силовой алгоритм описывает функцию, определяющую параметры, к которым будет стремиться система. После нескольких итераций этой функции система приходит в равновесие, которое считается удовлетворяющим ранее определенным критериям.

Для вычисления следующей позиции вершины используется метод численного интегрирования Верле [2]. С его помощью следующее положение может быть вычислено на основе текущего и прошлого, это позволяет не использовать скорость движения.

Для корректной визуализации несвязных или слабосвязанных графов используется дополнительная силовая функция, моделирующая условную гравитацию [3].

Силовые алгоритмы являются гибкими, так как обладают множеством настраиваемых параметров. Расчет определенных метрик, связанных с конфигурацией графа, позволяет подбирать эти параметры, что делает визуализацию адаптивной. Кроме того, некоторые параметры (например, длину ребер) можно задавать динамически. Но иногда даже использование статических параметров позволяет получить эстетически более правильные результаты, чем при использовании описанных ранее алгоритмов. Так, на рис. 5 представлен рассмотренный ранее граф, визуализированный с помощью силового алгоритма. Пересечения ребер здесь сведены к нулю, а расположение вершин наилучшим образом отражает их связи.

На рис. 6 и 7 приведены другие примеры использования силового алгоритма.

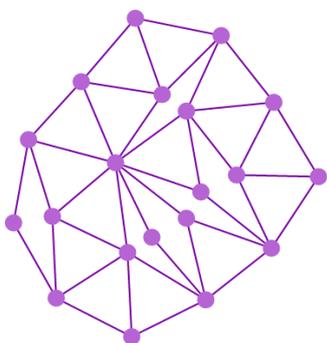


Рис. 5. Граф, состоящий из 20 вершин и 40 ребер

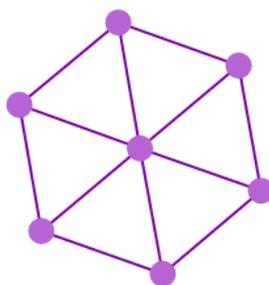


Рис. 6. Граф, состоящий из 7 вершин и 12 ребер

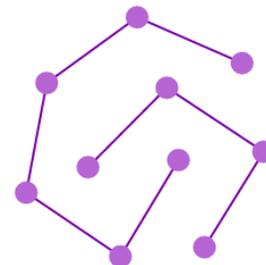


Рис. 7. Граф, состоящий из 10 вершин и 8 ребер

Примером метрики, которую следует использовать для получения адаптивной визуализации, может служить метрика бинарного дерева. В данном случае метрика представляет собой логическую переменную, которая будет принимать истинное значение в случае, если визуализируемый граф является деревом. Для осуществления такой проверки достаточно установить соотношение между числом ребер и вершин. В бинарном дереве количество ребер меньше количества вершин на единицу. Кроме того, должно соблюдаться условие связности. Для проверки этого условия необходимо обойти граф с помощью *DFS* или *BFS*.

На рис. 8 представлен граф до применения специального построения для бинарного дерева. На рис. 9 показан тот же граф, визуализированный как бинарное дерево. Такой подход позволяет наглядно показать топологию графа.

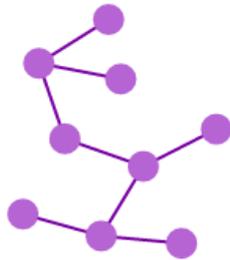


Рис. 8. Граф, визуализированный обычным силовым алгоритмом

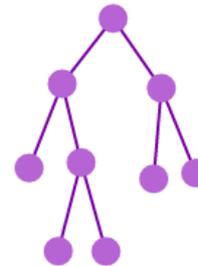


Рис. 9. Граф, визуализированный силовым алгоритмом для деревьев

### Список литературы

1. Апанович З.В. Методы визуализации информации при помощи графов. Часть 2. Методы визуализации ориентированных и неориентированных графов. – Новосибирск, НГУ, 2009 (Электронный учебник).
2. Jakobsen T. Advanced Character Physics. – IO Interactive, Copenhagen, 2003.
3. Пупырев С.Н., Тихонов А.В. Визуализация динамических графов для анализа сложных сетей // Моделирование и анализ информационных систем. – 2010. – № 1.

УДК 004

## КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Ерофеева Е.Л., Попов В.Н.

Научный руководитель: Попов В.Н., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: elizaveta.erofeeva@gmail.com*

*This article describes a Web-based application for automated extracting of unstructured hydrometeorological data from sites on the Internet that provide such information. The software makes it easier to receive weather reports, including encoded in the KN-01, as well as to work with them.*

**Key words:** *hydrometeorological data, web-application, code operational data.*

**Ключевые слова:** *гидрометеорологические данные, web-приложение, код оперативной передачи данных.*

Наблюдение за климатом нашей планеты ведется на протяжении нескольких веков, по причине того, что своевременная и качественная гидрометеорологическая информация играет важную роль в обеспечении защиты жизни и имущества граждан, экономике регионов. Информацию о погодных условиях предоставляют гидрометеостанции, предоставляя количественные данные о текущем состоянии атмосферы, например, температура воздуха, ско-

рость ветра, атмосферное давление, наличие осадков и т. д. Проблеме извлечения, структурированию и обработке этих данных посвящена данная работа.

Наиболее распространённым кодом, содержащим гидрометеорологическую информацию, в котором гидрометеостанции хранят полученные данные в международном формате, является код КН-01 – код для оперативной передачи данных приземных гидрометеорологических наблюдений с сети станций гидрометслужбы России, расположенных на суше (включая береговые станции). Код КН-01 является национальным вариантом международного кода FM 12-IX SYNOP, принятого Всемирной метеорологической организацией. С помощью этого кода можно без труда передавать зашифрованные данные в базу данных [1].

В состав данного кода включено четыре основных раздела. Каждый раздел состоит из нескольких групп.

В первый раздел включаются буквенный опознаватель кода, дата и срок наблюдения, указатель используемых единиц скорости ветра и способа её определения. Индекс станции, указатели типа станции (автоматическая или обслуживаемая персоналом).

Второй раздел включает метеорологические данные о состоянии атмосферы у поверхности Земли: температуре, влажности и давлении воздуха, характеристике изменения давления, скорости и направлении ветра, высоте, количестве и формах облаков, видимости, погоде в срок наблюдения и прошедшей погоде, а также указателях включения в телеграмму групп осадков и погоды.

Третий раздел включает максимальную и минимальную температуру в течении суток. Состояние поверхности земли при наличии снежного покрова. Длительность солнечного сияния. Дополнительная информация о погоде в зависимости от местонахождения станции.

Четвертый раздел включаются сведения о состоянии поверхности земли при отсутствии осадков в виде снежного покрова. Температура подстилающей поверхности наблюдаемая в течении года, независимо от наличия осадков. Высота снежного покрова. Количество осадков за сутки [2].

Кроме кода КН-01, также большой интерес представляет и другая информация, которая находится в свободном доступе на многих тематических сайтах в сети Интернет. Данное программное обеспечение и предназначено для автоматизации извлечения неструктурированных гидрометеорологических данных из сайтов в сети Интернет, предоставляющих подобную информацию.

Программное обеспечение представляет собой клиент-серверное приложение для извлечения гидрометеорологических данных, хранящихся в файлах на серверах, и реализует автоматизированный сбор данных, их структуризацию, хранение и последующую обработку.

В базе данных приложения хранятся файлы с гидрометеорологическими данными, а также дополнительная справочная информация, связанная с этими файлами. Например, тип информации, содержащийся в файле, адреса сайтов, на которых находятся файлы, периодичность проверки файлов, дата последней проверки файла, атрибуты файла и т. д. Программное обеспечение с заданной периодичностью проверяет наличие файлов на сайте, так же осуществляется проверка атрибутов файла, если с момента последней загрузки произошло изменение атрибутов, то файл загружается на сервер и сохраняется в базу данных приложения. Новый файл соответствует новой записи в базе данных. В базу данных заносятся все данные о файле. Пользователю для работы с данными предоставлен специальный интерфейс со списком критериев для выборки нужных ему данных [3].

Приложение для решения данной задачи реализовано на скриптовом языке программирования PHP. Для хранения данных используется СУБД MySQL.

Данное web-приложение будет полезным в исследованиях, направленных на анализ и прогнозирование природно-климатических процессов. При помощи этой системы, исследо-

ватели решат задачу получения доступа к необходимым гидрометеорологическим данным, их хранению и обработке.

### Список литературы

1. Код для оперативной передачи данных приземных метеорологических наблюдений с сети станций Росгидромета. Режим доступа: <http://meteork.ru/doc/serv/synop.pdf> (дата обращения 15.03.2015).
2. Ботыгин И.А., Попов В.Н. Архитектура распределенной файловой системы // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 2014. № 6 <http://naukovedenie.ru/PDF/137TVN614.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. яз. рус., англ. DOI: 10.15862/137TVN614.
3. Botygin I.A., Popov V.N., Tartakovskiy V.A., Sherstnev V.S. Architecture of scalability file system for meteorological observation data storing // Proc. of SPIE, 21st International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. – 2015. – Vol. 9680. – pp. 9680J-1– 9680J-4. – doi: 10.1117/12.2205749.

УДК 004

## КЛАССИФИКАЦИЯ DDOS-АТАК И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ

Фролов С.Г., Демин А.Ю.

Научный руководитель: Демин А.Ю.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: [sgf2@tpu.ru](mailto:sgf2@tpu.ru)*

*DDoS is the most popular type of attack on the company for disabling its service. This article presents classification of the most popular types of DDoS and methods of defending and preventing from it.*

**Key words:** *DoS attack, DDoS attack, defending methods, methods of prevention of DDoS.*

**Ключевые слова:** *DoS attack, DDoS attack, методы защиты, методы профилактики DDoS-атак.*

DoS-атака или атака типа «отказ в обслуживании» направлена на вычислительную систему с целью создать такие условия, при которых пользователи системы не могут получить данные к определенным ресурсам или сервисам. Одновременная атака с большого числа компьютеров свидетельствует о *DDoS*-атаке – распределенной атаке типа «отказ в обслуживании». Атаки выполняются с помощью зараженных специальными программами компьютеров, которые часто называют «компьютерами-зомби» [1].

### Классификация DDoS-атак и защита от них

Существует очень много видов *DDoS*-атак, у каждой свой характер и способы борьбы. Наиболее часто встречающиеся виды представлены ниже.

**UDP флуд.** Тип *DDoS*-атаки, при которой атакующий перегружает случайный порт на хост-машине, используя *UDP*-пакеты. Атакующее оборудование проверяет, использует ли этот порт какое-либо из запущенных приложений или процессов, и если не находит, то отправляет ответ «*Destination Unreachable*». Так как система получает все больше и больше

*UDP*-пакетов и отвечает на них, то в скором времени она становится недоступной для пользователей. Простейшая защита – блокировка *UDP*-трафика.

**ICMP флуд.** Затопление атакуемого компьютера пакетами *ICMP*. Система должна ответить на такой пакет, тем самым создаётся большое количество пакетов, которые снижают производительность (пропускную способность) канала. Защита – блокировка *ICMP*-трафика. Пропинговать сервер будет невозможно, зато он будет доступен и одной лазейкой будет меньше [2].

**SYN флуд.** Тип *DDoS*-атаки, которая использует часть нормального «тройного рукопожатия», присущего *TCP*-соединению, чтобы задействовать все ресурсы атакуемой машины и сделать ее недоступной для окружающих. В большинстве случаев, при *SYN* флуде атакующая сторона посылает запросы на *TCP*-соединение быстрее, чем атакуемая сторона может их обработать, что забивает сетевой канал и делает недоступным конечное оборудование.

**MAC флуд.** Тип сетевой атаки, при которой атакующая сторона, подключенная к какому-либо порту маршрутизатора, засыпает интерфейс маршрутизатора большим количеством *Ethernet*-пакетов с разными поддельными *MAC*-адресами источников.

**Атака нулевого дня.** Атака, основанная на использовании уязвимости нулевого дня, то есть применяемая в период, когда данная уязвимость остается неизвестной и против которой пока не разработаны защитные механизмы.

**Деградация сервиса.** Основная суть данного типа – множественная симуляция действий реальных людей. Самый простой вариант – частые запросы одной и той же страницы сайта. Защита – временная блокировка страницы с выдачей сообщения об ошибке.

Общий принцип защиты – анализ поведения и отсеивание подозрительных *IP*-адресов на уровне брандмауэра. Чем более сложный алгоритм используется атакующей программой, тем сложнее выявить паразитный трафик и тем больше ложных срабатываний, блокирующих доступ к ресурсу реальным пользователям.

### Методы профилактики

**До мелочей изучите свою сетевую конфигурацию.** У каждого сервиса есть характерные черты использования сети: объём и типы используемого трафика и т. п. Изучите стандартные характеристики и регулярно отслеживайте текущую картину. Вы сможете заранее принять необходимые меры, если будете знать, что атака начинается.

**Держите под рукой необходимые контакты.** Вы должны точно знать, к кому обратиться в случае, если Вы уже находитесь под атакой или ощущаете её приближение. Искать того, кто смог бы помочь – это последнее, что необходимо, когда беда уже пришла.

**Имейте четкий план действия при атаке.** Необходимо иметь краткую инструкцию, что делать в случае атаки, по аналогии с планом эвакуации. Она должна быть прописана на бумаге и висеть на видном месте. В момент атаки на смене может оказаться сотрудник без практического опыта решения текущей проблемы, и чрезвычайно важно, чтобы у него не возникало необходимости долго думать и искать решение.

**Тренируйтесь на учебных тревогах.** *DDoS* – такая же чрезвычайная ситуация, как и пожар. Поэтому необходимо устраивать периодические проверки навыков оперативной обработки незапланированных ситуаций. Это поможет усвоить и закрепить навыки и обнаружить слабые места в процедурах.

**Заранее блокируйте неиспользуемые порты.** Заблаговременно заблокируйте на брандмауэре всё лишнее, что таким образом уменьшит поле для атаки. Если Вы имеете узкий круг проверенных, важных клиентов, добавьте их адреса в белый список, чтобы в случае атаки не отсеивать их запросы.

**Знайте, где блокировать.** Блокировать трафик на брандмауэре или на роутере? Подключать аппаратный или внешний сервис фильтрации трафика? Решите эти важные вопросы заранее. Исключите метод проб и ошибок тогда, когда на него определенно нет времени.

#### Список литературы

1. DDoS-атаки. Причины возникновения, классификация и защита от DDoS-атак [Электронный ресурс]. URL: <http://efsol.ru/articles/ddos-attacks.html>
2. Флёнов М. Linux глазами хакера. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 480 с.

УДК 004

## РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

Горемыкина Д.С.

Научный руководитель: Немировский В.Б., доцент каф. ИПС ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: [goremykina2008@mail.ru](mailto:goremykina2008@mail.ru)

*This article describes the use of clustering for face recognition image. Clustering was performed using a recurrent neural network used at two stages of the recognition process. The algorithm includes the recognition process itself perform clustering pixel brightness image, calculating image information close proximity and clustering measures to in order to obtain the cluster containing the original similar images.*

**Ключевые слова:** изображение, рекуррентная нейронная сеть, кластеризация, распознавание изображений.

**Key words:** image, recurrent neural network, clustering, recognition of images.

Задача распознавания изображений лиц является ключевой для процесса распознавания лиц по предъявленному образцу в криминалистике, службах и системах контроля, и других подобных системах. Значительная часть современных технологий распознавания изображений основана на количественной оценке близости изображений по значениям некоторой функции, называемой расстоянием. При таком подходе необходимо определить, какую характеристику изображения выбрать для оценки близости изображений, и какую функцию использовать в качестве расстояния. Применение кластеризации яркостей пикселей изображения позволяет получить распределение относительных мощностей кластеров яркости. В настоящей работе такое распределение использовалось в качестве характеристики изображения. Вопрос о выборе функции для количественной оценки близости изображений рассмотрен далее.

#### Кластеризация яркостей изображения

В работе [1] предложена и рассмотрена процедура сегментации изображений, основанная на кластеризации значений яркости пикселей изображения рекуррентной нейронной сетью.

В [1] указано, что нейронную сеть с локальной обратной связью нейронов входного слоя можно использовать для кластеризации данных. Обратная связь приводит к одномерно-

му отображению входных значений на активационной функции нейронов сети. В результате кластеризации получаем кластеры близких по значению яркостей изображения. Для такого кластеризованного изображения можно вычислить относительную частоту попадания яркости пикселей в  $i$ -й кластер как мощность кластера  $p_i = N_i/N$ , где  $N_i$  – число пикселей, попавших в  $i$ -й кластер;  $N$  – общее число пикселей. Распределение относительных мощностей кластеров можно рассматривать как характеристику изображения.

### Оценка близости изображений

Оценка близости распознаваемого изображения к оригиналу является важнейшей составляющей частью процедуры распознавания. Сравнение двух изображений можно свести к сравнению представляющих их распределений мощностей кластеров. Легко показать, что мощность кластера  $p_i$  можно считать вероятностью попадания яркости пикселя в  $i$ -й кластер. Тогда задача сравнения двух изображений сводится к сравнению двух вероятностных распределений. Оценку сравнения таких распределений обычно выполняют с помощью расстояния Кульбака–Лейблера  $d$  по формуле

$$d = \sum_i p_i \cdot \ln \left( \frac{p_i}{q_i} \right),$$

где  $p_i$  – мощность  $i$ -го кластера эталонного изображения, а  $q_i$  – мощность соответствующего кластера для сравниваемого изображения.

### Кластеризация расстояния

При распознавании изображений обычно выполняется сравнение ряда изображений с предъявленным эталонным изображением (оригиналом). В этом случае мы получим набор различных значений расстояний  $d$ . При этом  $d = 0$  соответствует точной копии изображения. Применяя к набору расстояний тот же метод кластеризации с помощью рекуррентной нейронной сети, мы получим ряд кластеров расстояний. Первый из них будет содержать точные копии оригинала и максимально близкие к нему нечеткие дубликаты. Другие кластеры могут содержать менее похожие или совершенно отличные изображения. Побочным эффектом такой кластеризации может быть распределение по кластерам других похожих между собой изображений.

### Экспериментальные результаты

С целью проверки возможности применения кластеризации для распознавания изображений, был проведён ряд экспериментов. Использовалась программа, реализующая описанный алгоритм распознавания. В экспериментах использовался набор изображений лиц, содержащий оригиналы лиц и варианты искажений оригиналов (нечеткие дубликаты). На рис. 1 приведены некоторые из оригиналов изображений.

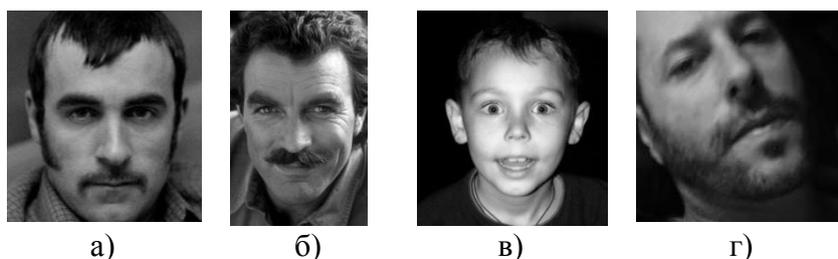


Рис. 1. Оригиналы изображений

На рис. 2 приведены лица, попавшие в первый кластер вместе с оригиналом.

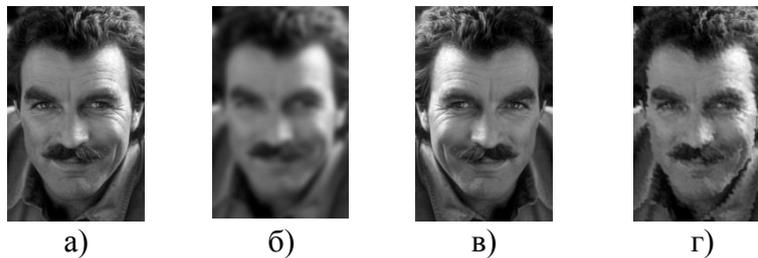


Рис. 2. Лица, попавшие в первый кластер вместе с оригиналом

В ходе экспериментов были получены следующие результаты кластеризация расстояний позволяет найти изображения наиболее близкие к образцу. Расстояния таких изображений попадают в один кластер с нулевым расстоянием или в соседние кластеры. Другие похожие между собой изображения так же распределялись по кластерам.

#### Список литературы

1. Немировский В.Б. Сегментация изображений с помощью рекуррентной нейронной сети / В.Б. Немировский, А.К. Стоянов // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 5. – С. 205–210.

УДК 004

## СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПО КЛАВИАТУРНОМУ ПОЧЕРКУ

Горохова Е.С.

Научный руководитель: Кочегурова Е.А.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: GorokhovaES@mail.ru

*Keyboarding recognition is a modern effective method for user authentication, because everybody has unique characteristics of keyboarding. Using a keyboarding recognition system can help to protect important data.*

**Key words:** keyboarding, information security, biometry.

**Ключевые слова:** клавиатурный почерк, информационная безопасность, биометрия.

#### Введение

В современном мире ценность информации очень высока, в связи с чем имеет смысл использовать для аутентификации пользователей не только логин и пароль, но и проверять какие-либо неотъемлемые характеристики человека. Одной из них является клавиатурный почерк. Каждому человеку свойственно определенное время удержания клавиш, скорость печати, количество ошибок и прочее. При этом подделать чужой почерк гораздо более проблематично, чем, например, украсть пароль. Для создания системы определения почерка нет

необходимости покупать дополнительное оборудование, этот способ экономичен и удобен для пользователей, поскольку не требует от них никаких дополнительных усилий – мониторинг почерка проводится в скрытом режиме.

### Описание алгоритма

Под клавиатурным почерком понимается набор динамических характеристик работы на клавиатуре [1]. Основными его характеристиками является время удержания клавиши и паузы между нажатиями.

Время удержания клавиши – это период, в течение которого клавиша находится в нажатом состоянии. Он, как правило, измеряется, в миллисекундах.

Наложение нажатий клавиш происходит тогда, когда одна клавиша еще не отпущена, а другая уже нажимается. С повышением скорости набора текста увеличивается число наложений.

Пауза между нажатиями – это временной интервал, когда одна клавишу уже отпущена, а следующая еще не нажата.

Алгоритмы распознавания клавиатурного почерка возможно разделить на три основные группы:

Алгоритмы, анализирующие почерк во время ввода пароля. Такие алгоритмы характеризуются меньшей точностью, хотя и обеспечивают наибольшее быстродействие;

Алгоритмы, анализирующие почерк после ввода заданного текстового фрагмента или фразы. Точность алгоритмов этого типа выше, но пользователю необходимо набирать специально сгенерированный текст по меньшей мере дважды – при обучении системы и для подтверждения своей личности.

Алгоритмы, которые постоянно проводят скрытый мониторинг клавиатурного почерка пользователя. Данная группа представляется наиболее перспективной, поскольку процесс обучения и работы информационной системы в этом случае не отвлекает пользователей от основных обязанностей. Вместе с тем, при постоянном мониторинге возможно накопить достаточно статистической информации для повышения точности распознавания.

После получения образца клавиатурного почерка, необходимо сравнить его с эталоном. Для этого могут применяться следующие методы:

- гистограммный метод;
- метод на основе нейронных сетей;
- вероятностно-статистический метод.

Вероятностно-статистический метод был выбран для использования при разработке системы распознавания клавиатурного почерка. При этом учитывается время удержания клавиши, наличие наложений при нажатии, а также количество ошибок ввода. При анализе рассматриваются буквенные клавиши, при этом учитываются две раскладки: русская и английская. Это связано с тем, что темп печати на русском и английском языках у многих пользователей разный. Также необходимо отметить, что достаточная вероятность идентификации пользователя достигается, если срок активного использования компьютера пользователем составляет минимум шесть месяцев [2].

### Полученные результаты

В результате работы было реализована система распознавания клавиатурного почерка, проводящая мониторинг в скрытом режиме. Данная система включает две части: клиентскую и серверную. Клиентские приложения устанавливаются на компьютеры, доступ к которым необходимо контролировать. Для обучения системы пользователю предлагается вводить

символы в комфортном для себя темпе. Чем больше символов будет введено и проанализировано, тем точнее в дальнейшем будет происходить сравнение почерков. После завершения обучения эталон сохраняется в базе данных. Пользователь может обучать систему несколько раз, чтобы поддерживать актуальность данных. Во время режима распознавания приложение анализирует нажатия и определяет пользователя, который находится за компьютером, путем сравнения почерка с эталонами. Полученное имя пользователя записывается в журнал. Окно клиентской программы представлено на рис. 1.

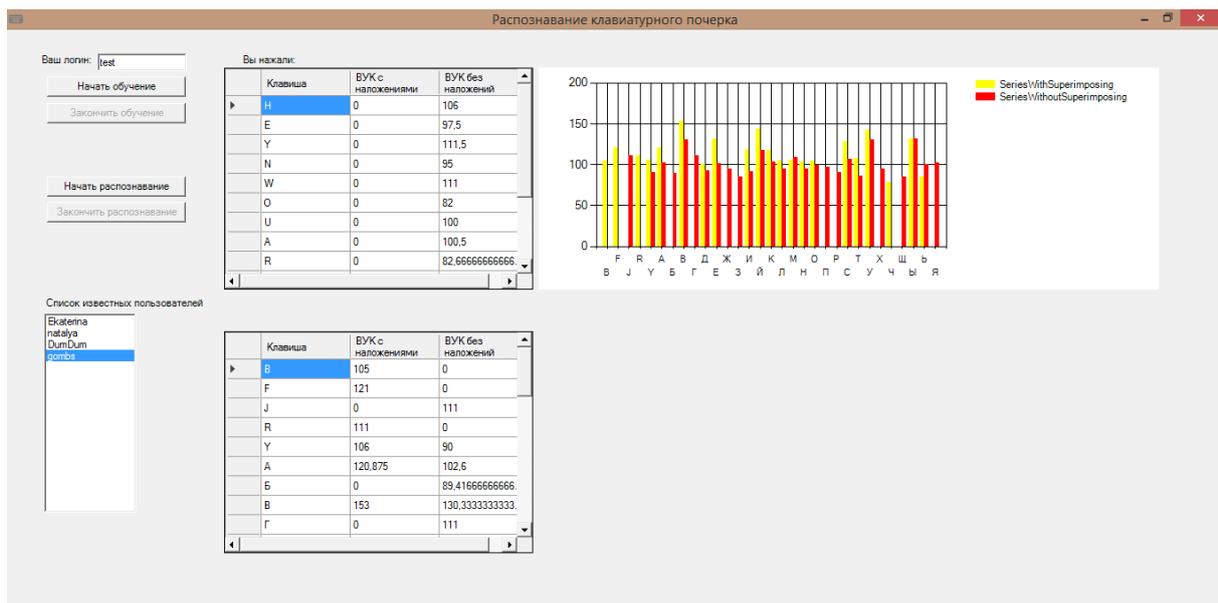


Рис. 1. Окно клиентской программы

### Заключение

Клавиатурный почерк является одним из популярных на сегодняшний день методов идентификации пользователя, поскольку не существует людей с идентичным компьютерным почерком. В работе были рассмотрены различные алгоритмы распознавания клавиатурного почерка, произведен их сравнительный анализ. Реализована система, позволяющая проверять клавиатурный почерк пользователя и определять, кто находится за компьютером.

### Список литературы

1. Сидоркина И.Г., Савинов А.Н. Три алгоритма управления доступом к КСИИ на основе распознавания клавиатурного почерка оператора // Вестник Чувашского университета. – 2013. – № 3. – С. 293–301.
2. Ворона В.А., Тихонов В.А. Системы контроля и управления доступом. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – С. 83–85.

УДК 004

## СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ 3D СЦЕН: OPENGL И DIRECT3D

Гусева В.С., Демин А.Ю.

Научный руководитель: Демин А.Ю., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,**634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30**E-mail: vsg8@tpu.ru*

*This article is devoted to discussion of merits and demerits of graphic libraries: OpenGL and Direct3D. On the basis of the analysis the conclusion about use of data of libraries in different applied areas is drawn.*

**Key words:** *OpenGL, Direct3D, graphic libraries, analysis.*

**Ключевые слова:** *трехмерная графика, программирование, библиотека.*

Direct3D – это самостоятельная часть библиотеки Microsoft, Direct3D (в основном предназначенной для создания игровых приложений), которая отвечает за графику и вывод графической информации. Direct3D не имеет никаких расширений (в отличие от OpenGL): все новые возможности и средства появляются с выходом новой версии или нового обновления [2].

Другим популярным средством для вывода трёхмерной графики является OpenGL. Основным разработчиком OpenGL является компания SGI (раньше Silicon Graphics).

Архитектура. Ключевая особенность OpenGL – простота. Ядро OpenGL контролирует процесс обработки примитивов. Для передачи данных используется процедурная модель, фактически – вызовы функций. В каждый момент времени состояние OpenGL определяется через набор переменных, задающих параметры обработки. Каждый новый переданный треугольник проходит обработку в соответствии с текущим состоянием. Такой механизм весьма эффективен, а код обычно короток и прост. Хотя ядро OpenGL процедурное, в использовании OpenGL совместно с объектно-ориентированными технологиями сложностей обычно не возникает [1].

Структура Direct3D очень сильно отличается от OpenGL. Direct3D основан на модели СОМ (Component Object Model). В отличие от простого вызова функций эта модель предполагает выполнение некоторых дополнительных действий, связанных с компонентной архитектурой Direct3D. Такая архитектура имеет как достоинства, так и недостатки. В частности, код, в котором используются вызовы Direct3D, обычно не является идеалом легко читаемого и понимаемого. Поэтому даже рисование простого треугольника требует огромного объема кода.

Вопрос производительности настолько же важен, насколько запутан и неясен. Дебаты на тему «Что быстрее – OpenGL или Direct3D?» не утихают. При этом скорость обеих библиотек одинакова.

В чем же, если не в производительности, различие между библиотеками? Прежде всего – в удобстве интерфейса, функциях, гибкости, перспективах развития и области применения.

Много лет назад OpenGL разрабатывалась как библиотека, которая оставалась бы актуальной в далеком будущем. К сожалению, это будущее пришло и благополучно ушло в прошлое. При этом ARB остается весьма неповоротливым, и надеяться на оперативное включение новых опций не позволяет. Для решения этой проблемы в OpenGL существует механизм расширений, с помощью которого можно использовать различные функции, не входящие в базовую спецификацию, а поддерживаемые только реализацией OpenGL для конкретной видеокарты [3].

По поддержке аппаратных функций OpenGL и Direct3D, в общем, эквиваленты. OpenGL новые функции доступны через механизм расширений, а в Direct3D они появляются только в новых версиях.

Direct3D очень удобен для любителей объектно-ориентированного программирования и COM в частности. COM в Direct3D используется для внесения изменений в библиотеку без изменения существующего кода. В OpenGL такого нет.

Объем кода, необходимого для написания простой программы на Direct3D, весьма велик (варьируется от 200 до 800 строк). В OpenGL все существенно проще – для решения такой же задачи необходимо менее 50 строк кода.

Серьезным достоинством OpenGL является прежде всего то, что это «открытый стандарт». Любая компания, имеющая аппаратную платформу, может купить лицензию у SGI и затем сделать собственную реализацию OpenGL. Изменения в OpenGL предлагаются, обсуждаются и утверждаются представителями различных компаний. Что касается Direct3D, то здесь ситуация прямо противоположная. Только Microsoft может вносить какие-либо изменения в библиотеку. Иначе говоря, именно Microsoft в конечном итоге определяет все пути развития библиотеки, и если путь был выбран неверно, это может быть исправлено только в новой версии.

Итак, достоинства библиотек становятся наиболее очевидны при их использовании в разных прикладных областях. Direct3D идеален для профессиональной разработки игр и мультимедийных приложений на платформе Windows. OpenGL используется на высокопроизводительных рабочих станциях, в научной сфере, в образовании, а также в любых проектах, где требуется переносимость приложений на различные программные или аппаратные платформы.

#### Список литературы

1. Херн Д., Бейкер М.П. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. – СПб.: Вильямс, 200
2. Миллер. DirectX 9 с управляемым кодом. – М.: Изд. дом «КомБук», 2005. – 400 с.
3. Демин А.Ю. Основы компьютерной графики: учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 191 с.

УДК 004

### **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ 3D МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МАРШИРУЮЩИХ КУБОВ НА ПЛАТФОРМЕ WINDOWS PRESENTATION FOUNDATION**

Хасаева Д.З., Демин А.Ю.

Научный руководитель: Демин А.Ю.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: diana@tpu.ru

*The cellular algorithm of constructing of triangulation of the surface "marching cubes" was implemented on some platforms, in the number of which is not included easy for development of computer graphics platform WPF. As a result this work the authors of the article presented example implementation of marching cubes algorithm on platform WPF.*

Ячеечный алгоритм построения триангуляции поверхности «марширующие кубы» был реализован на некоторых платформах, в число которых не входит удобная для разработки компьютерной графики платформа WPF. В результате работы авторы статьи представили пример реализации алгоритма марширующих кубов на платформе WPF.

**Key words:** *marching cubes algorithm, marching cubes, windows presentation foundation, WPF.*

**Ключевые слова:** *алгоритм марширующих кубов, марширующие кубы, windows presentation foundation, WPF.*

### Введение

Одним из самых первых разработанных ячейных алгоритмов построения триангуляции поверхности является алгоритм «марширующие кубы». Данный алгоритм был реализован на некоторых платформах, в число которых не входит платформа WPF. WPF имеет сильную поддержку со стороны бизнеса, потому что это уже стабильная технология, для которой есть специалисты. Сейчас она находится в зените своего развития. Целью данного исследования является изучение метода марширующих кубов и реализация его на платформе WPF.

### Методы

Данное исследование находится на эмпирическом уровне научного познания. В основе исследования применен один из общих методов научного познания – метод эмпирического исследования. Из методов эмпирического исследования применен метод: материальное моделирование [4].

Основное средства разработки – язык программирования C# (XAML), среда разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio 2013.

### Обсуждение

Windows Presentation Foundation (WPF) — это система нового поколения для построения клиентских приложений Windows с визуально привлекательными возможностями взаимодействия с пользователем. С помощью WPF можно создавать широкий спектр как автономных, так и размещенных в браузере приложений [3].

Алгоритм «марширующие кубы» производит разбиение области пространства, содержащей исходную поверхность, на кубические ячейки и аппроксимирует пересечение исходной поверхности и каждой кубической ячейки разбиения треугольниками. Для случая синтеза изображения по плоским сечениям вершинами каждого куба будут по четыре точки на паре соседних сечений. Алгоритм можно разбить на два этапа:

Разбиение области  $G$  пространства  $R^3$  на конечное множество ячеек, поиск ячеек, пересекаемых искомой поверхностью.

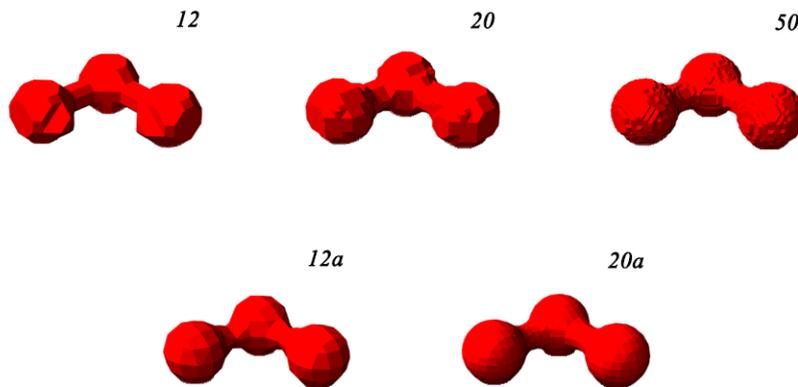
Аппроксимация поверхности в найденных ячейках [1].

Наиболее оптимальный способ аппроксимации – триангуляция. Параллелепипед имеет 256 разных типов триангуляции. Используя совпадение способа триангуляции с индексом (I) со способом триангуляции с индексом (not I), все способы можно свести к 128, а используя также симметрию и вращение, 128 способов можно свести к 14.

Получив способ триангуляции, можно уже аппроксимировать поверхность в ячейке. К этому моменту уже известно количество треугольников, а для каждого треугольника известны ребра ячеек, на которых лежат его вершины. Остается найти точку на ребре ячейки, в которой поверхность ее пересекает [2].

### Результаты

В результате данной работы был реализован алгоритм марширующих кубов на платформе WPF на примере визуализации 3D модели молекулы воды (рис. 1).



*Рис. 1. Визуализация молекулы воды в зависимости от количества разбиений*

Алгоритм марширующих кубов широко используется в медицине, например, в компьютерной и магнитно-резонансной томографии, а также для трёхмерного моделирования метасфер или других метаповерхностей. Данный алгоритм генерирует значительно меньшее количество треугольников, чем другие алгоритмы, но имеет существенный недостаток: на достаточно простых участках поверхности он выполняет слишком большое количество разделений.

### Список литературы

1. Обзор алгоритмов триангуляции неявно заданной поверхности / Н.В. Бугров, В.И. Голубев, А.Ю. Дижевский, Д.Г. Какауридзе, А.С. Клименко, А.С. Обоймов, П.В. Фролов. – MEDIAS2012 Труды Международной научной конференции, 07–14 мая 2012 г. – Лимассол, Республика Кипр, Изд. ИФТИ. – С. 151–173. – ISBN 978-5-88835-023-2
2. Семенихин А. Сравнительный анализ методов интерактивной триангуляции сеточных функций [Электронный ресурс] / Компьютерная графика и мультимедиа. Сетевой журнал. – 2004. – № 2 (2) / URL: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/63>. Дата обращения: 08.03.2016 г.
3. Введение в WPF [Электронный ресурс] / Microsoft Developer Network. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/aa970268\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/aa970268(v=vs.100).aspx). Дата обращения: 08.03.2016 г.
4. Научные методы исследования [Электронный ресурс]. URL: <http://idschool225.narod.ru/metod.htm>. Дата обращения: 01.03.2016 г.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ СЛОЕМ ВОДЫ, СОДЕРЖАЩИМ ПУЗЫРИ ГАЗА

Иванов А.С.

Научный руководитель: Шефер О.В.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: burnrush@sibmail.com*

### Введение

В настоящее время изучению морских акваторий, использующему оптические методы исследования, уделяется большое внимание. Оптические методы являются наиболее эффективными для проведения мониторинга состава водной среды и установления сейсмической активности в придонных морских областях [1–3]. Характер изменения оптического излучения, трансформированного средой, зависит от особенностей светорассеяния на частицах. На основе результатов анализа этих особенностей проводится оценка физико-химических свойств среды. В данной работе для определения микрофизических параметров водной среды, содержащей пузыри газа, предложена численная модель.

### Постановка задачи

Для исследования характеристик ослабления света, прошедшего через слой воды, содержащий воздушные пузыри, в состав которых входит метан, рассмотрим оптическую модель. Определим характеристики ослабления электромагнитного излучения для частиц объемных форм в рамках теории Ми [4]. Для этого используем решение задачи рассеяния плоской волны на сфере. Используемый нами подход в определении оптических характеристик среды обязывает нас рассматривать непоглощающую среду. Предполагается, что среда прозрачная (т. е. показатель поглощения среды  $\chi_w=0$ ). Известно, что чистая вода и морская вода слабо поглощают излучение диапазона длин волн  $\lambda$  от 0,5 до 2,5 мкм (что соответствует интервалу изменений волнового числа  $\nu=1/\lambda$  от 20000 до 5000  $\text{см}^{-1}$ ) [5–7]. Расчеты показали, что влияние величины  $\chi_w < 10^{-3}$  на оптические характеристики среды пренебрежимо мало. Зависимость показателя преломления воды от волнового числа ( $m_w(\nu)$ ) в указанном спектральном интервале иллюстрируется на рис. 1. Различная концентрация соли в морской воде, приводит к отклонению значений  $m_w(\nu)$  от величин, показанных на рис. 1, примерно на несколько процентов.

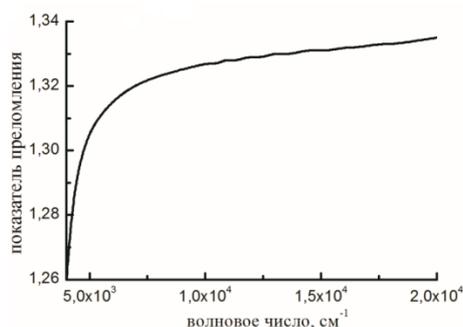


Рис. 1. Зависимость показателя преломления воды от волнового числа  $n(\nu)$

Рассмотрим слой воды, содержащий пузыри газа. При этом метан является основным газовым компонентом. В численной модели такие рассеиватели представлены сферическими частицами радиусом  $a$ . Оптические свойства частицы характеризуются комплексным показателем преломления  $\tilde{n}(\lambda) = n(\lambda) + i \cdot \chi(\lambda)$ . Вещественная часть  $n$ , называемая показателем преломления, определяет запаздывание (или опережение) фазы волны, прошедшей через вещество, мнимая часть  $\chi$ , называемая показателем поглощения, определяет уменьшение интенсивности. По данным базы <http://refractiveindex.info> показатель преломления метана в газообразном состоянии не превышает 1.00002. Показатель поглощения рассчитан по формуле [4]

$$\chi = K \cdot \eta \cdot \lambda / (4 \cdot \pi), \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент молекулярного поглощения;  $\eta$  – концентрацией молекул в рассматриваемом объеме (или парциальное давление).

На рис. 2 иллюстрируется зависимость показателя поглощения пузырей метана в зависимости от волнового числа ( $\chi(\nu)$ ). Результаты расчета  $\chi(\nu)$  были получены на основе данных молекулярного поглощения  $\text{CH}_4$  [8] и формулы (1). Из рисунка видно, что даже при высоком парциальном давлении газа, показатель поглощения метановых пузырей является пренебрежимо малой величиной.

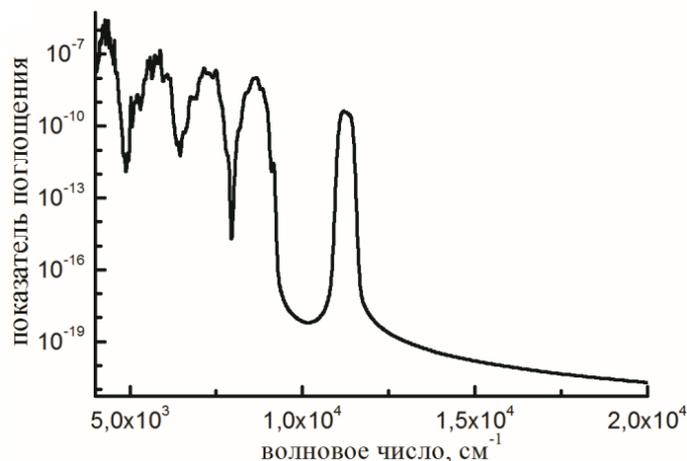


Рис. 2. Показатель поглощения пузырьков метана с парциальным давлением, равным 1 атм, в зависимости от волнового числа  $\chi(\nu)$

Для расчета коэффициента ослабления ансамблем пузырей, находящихся в воде, использовано соотношение [4]

$$\alpha_{\text{ext}} = C \langle S_{\text{ext}} \rangle, \quad (2)$$

где  $\langle S_{\text{ext}} \rangle$  – среднее сечение ослабления, определялось в рамках теории Ми;  $C$  – концентрация частиц в единице объема.

Функция пропускания средой рассчитывалась по формуле [4]

$$T = \exp(-\alpha_{\text{ext}} \cdot h), \quad (3)$$

где  $h$  – путь, который проходит излучение в слое.

Предложенная в данной работе оптическая модель рассматривает непоглощающую среду. В этой среде находятся частицы, которые могут рассеивать и поглощать излучение в разной степени.

### Заключение

Для численного исследования особенностей экстинкции лучистой энергии, прошедшей через водную среду, содержащую пузыри газа, представлена оптическая модель. Показано, что по особенностям спектральной зависимости характеристик ослабления излучения, прошедшего через слабо поглощающий слой воды с пузырями метана, могут быть определены размеры и концентрация рассеивателей. Обнаружение интенсивного и продолжительного потока пузырей в воде может свидетельствовать об активизации физико-химических процессов в придонных областях и возможного расположения газово-нефтяных месторождений.

### Список литературы

1. Обжиров А.И., Телегин Ю.А., Болобан А.В. Потоки метана и газогидраты в охотском море // Подводные исследования и робототехника. – 2015. – № 1. – С. 56–63.
2. Салюк П.К., Буланов В.А., Корсков И.К. и др. Возможность дистанционного обнаружения повышенных концентраций метана в морской воде с использованием методов оптической спектроскопии на подводных телеуправляемых аппаратах // Средства и методы подводных исследований. – 2011. – Т. 12. – № 2. – С. 43–51.
3. Sakerin S.M., Vlasov N.I., Kabanov D.M., et al. Results of spectral aerosol optical depth measurements within the framework of the 58 Russian Antarctic Expedition // Atmos. Ocean. Opt. – 2013. – Vol. 27. – No. 12. – P. 1059–1067.
4. Борен К., Хафман Д. Поглощение и рассеяние света малыми частицами. – М.: Мир, 1986. – 660 с.
5. Hale G.M., Querry M.R. Optical constants of water in the 200-nm to 200- $\mu$ m wavelength region. // Appl. Opt. – 1973. – Vol. 12. – P. 555–563.
6. Pinkley D., Williams L.W. Optical properties of sea water in the infrared // J. Opt. Soc. Am. – 1976. – Vol. 66. – No. 6. – P. 554–558.
7. Waren S.G., Brandt R.E. Optical constants of ice from the ultraviolet to the microwave: A revised compilation // Geophys. Res. – 2008. – Vol. 113. – D14220.
8. Шефер О.В., Войцеховская О.К., Каширский Д.Е., Рожнёва О.В. Пропускание оптического излучения надводным и приледным газово-аэрозольным слоем, содержащим метан // Материалы конференции. 6-я научно-техническая конференция «Технические проблемы освоения Мирового океана» (ТПМО-6). Владивосток. 2015. – С. 330–334.

УДК 004

## АРХИТЕКТУРЫ GRID СИСТЕМ

Жагдагцэрэн Н.-Э., Саклаков В. М.  
Научный руководитель: Иванов М.А.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: romanov\_ky@mail.ru*

*The article describes the classification grid systems, methods of scheduling and resource monitoring*

**Key words:** *grid-architecture, distributed computing, heterogeneous data.*

**Ключевые слова:** *grid-архитектура, распределенные вычисления, гетерогенные данные.*

На сегодняшний день в большом количестве организаций сконцентрировано множество вычислительных средств. Они имеют распределенный характер, гетерогенную структуру и, зачастую, не всегда используются по назначению, либо просто простаивают. С другой стороны, существует множество задач достаточно большого масштаба, для решения которых такие ресурсы будут востребованы. На данном разрыве и появились технологии Grid Computing, т. е. технологии распределенной обработки данных в гетерогенных вычислительных кластерах. Анализ Grid-архитектур посвящена настоящая работа. Так же стоит упомянуть параллельно развивавшиеся технологии: Cloud computing (облачные вычисления), jungle computing (вычислительные джунгли) [1].

Классическая схема Grid-вычислений строится на основе распределенных систем хранения информации и процессорных мощностей. Использование данного метода позволяет эффективно задействовать простаивающие вычислительные ресурсы, которые могут быть глобально распределены. Однако на сегодня Grid-системы часто используются внутри предприятий, в первую очередь по соображениям безопасности.

Grid-система прежде всего должна управлять отношениями между ресурсами любых потенциальных участников планируемого проекта. Одной из главных проблем здесь является обеспечение взаимодействия между различными языками, программными средствами, платформами. Для осуществления этого взаимодействия в контексте сети необходимы общие протоколы. Именно поэтому Grid-архитектура – это прежде всего система протоколов, определяющих механизмы взаимодействия между элементами сети. На основе стандартных протоколов можно строить инструментальные средства разработки (SDK) и интерфейсы прикладного программирования (API).

Grid-системы имеют следующую классификацию [2]:

- Вычислительные (computational Grid);
- Интенсивной обработки данных (data Grid);
- Сервисные (service Grid);
- Обработки знаний (knowledge Grid);
- Семантические (semantic Grid).

Важным элементом является система диспетчеризации задач (job scheduling) и управления ресурсами Grid. В настоящее время существует три базовые архитектуры. Их особенности представлены на рис. 1. Так же различают [3] два вида диспетчеризации в зависимости

от способа объединения ресурсов для решения задач: много-сайтовое и одно-сайтовое. В первом случае задача может выполняться одновременно на нескольких сайтах. При этом она выходит за границы параллельных систем. Во втором случае задача выполняется лишь в пределах одного сайта. Она не выходит за пределы границ параллельной системы.



Рис. 1. Диспетчерская система управления задачами и ресурсами Grid

Для использования ресурсов сети необходим ее мониторинг. Стратегия мониторинга зависит от того, какая диспетчерская система используется. Централизованная система мониторинга является наиболее простым решением. В ней используется лишь один сервер, задачей которого является опрос и контроль всех серверов вычислений. Однако у нее есть один серьезный недостаток – резкий рост служебной информации. Для поиска ресурсов, в системе с малым их количеством, необходимое время близко к константному. Таким образом, использование данной системы является целесообразным, лишь при небольшом количестве ресурсов в системе. При использовании распределенной системы мониторинга информацию о ресурсе клиент получает непосредственно в нем самом, что позволяет решить задачу непротиворечивости. При этом для поиска нужного ресурса необходимо сканировать все ресурсы Grid-системы, что создает большую нагрузку на каналы связи. При использовании иерархической системы мониторинга используется множество серверов, соединенных в виде древовидного графа. Как клиенты, так и сервера вычислений производя подключение к самым нижним серверам мониторинга в иерархии. Клиент отправляет запрос на вычислительные ресурсы который поднимается по уровням снизу вверх, до тех пор пока на одном их уровней они не будут предоставлены. Клиент останавливает поиск и продолжит его после некоторой задержки если корневой сервер не может выделить ресурсов. Очевидной проблемой является затраченное время на поиск ресурсов. По мнению авторов [4], иерархическая система более эффективна.

### Список литературы

1. Саак А. Э. Прогноз ресурсной оболочки при диспетчеризации в grid-системах с централизованной архитектурой // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 7. – С. 239–248.
2. Саак А. Э. Управление ресурсами и заявками пользователей в GRID-системах с централизованной архитектурой // XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. – 2014. – С. 7489–7498.
3. Hamscher V., Schwiegelshohn U., Streit A., Yahyapour R. Evaluation of job-scheduling strategies for grid computing // In: Proceedings of the 7th International Conference on High Performance Computing HiPC-2000. India. Springer. – 2000. Lecture Notes in Computer Science. – Vol. 1971. P. 191–202.
4. Симоненко В.П., Щербина О.В. Выбор архитектуры системы мониторинга ресурсов в глобальных GRID системах // Вестник Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Серия «Информатика, управление и вычислительная техника». – 2012. – № 57. – С. 25–29.

УДК 004

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Хомеченко М.Е., Исунц Д.Д.

Научный руководитель: Наламвар Хитеш Санжай, ассистент кафедры ОСУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: didi2@tpu.ru, meh1@tpu.ru*

*The accruing automobilization in the whole world require system measures directed on maximization its advantages to minimize negative consequences. Modeling and visualization of traffic streams are necessary for the engineering analysis and the statement of the most effective engineering decision. The main aim of our work is development of actions for improvement of traffic organization. The main parameters that characterize the traffic stream are its strength density and speed of vehicles. Transport and urban environment visualization and various feature manipulation in computer program should allow reduce traffic load and increase its capacity. As the result of our first step, application of visualization of random urban terrain using Unity 3D has been developed. Within this work, we considered practical complementation in development platform Unity 3D to make the map, on which the vehicles will drive.*

**Ключевые слова:** *моделирование, визуализация, Unity3D, транспортный поток, городская местность.*

**Key words:** *modeling, visualization, Unity3D, traffic stream, urban area.*

С развитием машиностроения и популяризацией дорожного транспорта, вопрос о разработке стратегии дорожно-транспортного регулирования во всех его проявлениях стал злободневным по всему миру. Необходимость разработки системы визуализации транспортного потока предполагает развитую инфраструктуру дорог, учитывающую экологию и особенности ландшафта города, число участников дорожного движения, планирование движения транспорта, а также средства регулирования транспортных потоков, особенно в час-пик, и в том числе погодные условия, и не возможна без наличия математической модели поведения.

Для решения проблем загруженности дорог применяются основы моделирования с различными алгоритмами и подходами. Моделирование транспортных потоков показывает взаимоотношение между тремя фундаментальными переменными транспортного потока:

- $v$  – скорость;
- $\rho$  – плотность;
- $q$  – пропускная способность (поток)  $q$ .

Только две из этих переменных независимы, так как они связаны через  $q$  – поток транспорта. Первая задача транспортной теории потока исторически состояла в том, чтобы искать независимые от времени связи между  $q$ ,  $\rho$  и  $v$ , так называемые фундаментальные диаграммы. Описание этих отношений обсуждены в трудах Ф.Л. Холла [1]. Решение этой задачи возможно только для малых промежутков времени.

Второй шаг в развитии моделирования транспортных потоков – это введение динамики, т. е. описания с зависимостью от времени. Это было достигнуто в 1955 Лайтхиллом и Уиземом [2]. Они ввели описание движения потоков, основанное на уравнении непрерывности, предполагая, что скорость зависит только от плотности, то есть происходит мгновенная адаптация.

Все модели транспортных потоков можно разделить на модели-аналоги, модели следования за лидером и вероятностные модели [3].

В моделях-аналогах движение транспортного средства уподобляется какому-либо физическому потоку. Этот класс моделей принято называть макроскопическими.

В моделях следования за лидером существенно предположение о наличии связи между перемещением ведомого и головного автомобиля. Этот класс моделей называют микроскопическими.

В вероятностных моделях транспортный поток рассматривается как результат взаимодействия транспортных средств на элементах транспортной сети. Отчетливые закономерности формирования очередей, интервалов, загрузок по полосам дороги и т. п. носят существенно стохастический характер. 3D-визуализация, приближенная к реальным условиям, столь же значима в архитектуре, в проектировании городских транспортных сетей и планировании движения транспорта. Она позволяет воспроизвести не только конструкторские и инженерные решения, но и ситуацию на дороге, ставшей причиной, например, дорожно-транспортного происшествия или в форс-мажорных случаях [4].

Для построения трехмерной модели проезжей части города был использован игровой движок «Unity 3D», поддерживающий возможность создания скриптов на языке C#. Основу данной карты представляет объект Terrain с созданным рельефом местности, водой, небом (Skybox), травой, деревьями, различными моделями зданий, объектов городского типа и коллайдерами, а также несколькими скриптами на языке программирования C#. На карте присутствуют дорожная часть с перекрестками и средства регулировки движения – светофоры. Для обзорного обхода карты местности было добавлено управление от первого лица с соответствующим скриптом управления.



Рис. 6. Визуализация городской местности в Unity3D

В перспективе проект будет дополнен основным объектом – транспортом, который по своим характеристикам будет соответствовать реальному, а также железнодорожным транспортом. В рамках выполнения проекта в Unity 3D, в будущем будут добавлены собственные модели, созданные в различных 3D-редакторах и импортированные в Unity.

Транспортные системы – это сложные динамические системы. Реалистичное представление общей картины динамики в модели трудновыполнимая задача: если некоторые характеристики могут быть выявлены посредством анализа, то согласование неизмеримых данных, таких, как законы, в дальнейшем создает дальнейшие осложнения. По этой причине, реалистичная визуализация движения, основанная на модели.

### Список литературы

1. Hall F.L., Allen B.L., Gunter M.A. Empirical analysis of freeway flow-density relationships // Transpn. Res. – 1986.
2. Lighthill M.J., Whitham G.B. On kinematic waves / Proc. R. Soc. Lond. Washington, D.C.: Highway Research Board, National Research Council, 1964. – Vol. 1–3.
3. Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2004. – 45 с.
4. Пржибыл П. Интерпретация и визуализация данных как инструмент анализа состояния транспортной сети // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, № 4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/139TVN415.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/139TVN415

УДК 004

## РАЗРАБОТКА КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СБОРА, ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ МЕТЕОДАНЫХ

Колочев А.С., Попов В.Н.

Научный руководитель: Попов В.Н., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: ask71@tpu.ru*

*The paper describes the client-server application for collecting, storing and processing of meteorological observations data. The application is based on the structure and content of meteorological observations data from land and sea stations in the code KN-01 (international form FM 12-VII SINOP and FM 13-VII SHIP).*

**Key words:** *hydrometeorological data, code operational data, web-application.*

**Ключевые слова:** *гидрометеорологические данные, код оперативной передачи данных, веб-приложение.*

В последнее время для международного обмена метеорологической информацией широко используются кодированные сводки. Они включают данные наблюдений и обработанные данные. Кодированные сводки используются также для международного обмена данными, требующимися для специального применения метеорологии в различных областях человеческой деятельности, и для обмена информацией, имеющей отношение к метеорологии. Коды составлены из набора кодовых форм и двоичных кодов, состоящих из символов (букв или групп букв), обозначающих метеорологические или, в определенных случаях, другие геофизические элементы. В соответствии со спецификациями в сводках эти символы заменяются цифрами, обозначающими величину или состояние описываемых элементов. В одних случаях спецификации символов позволяют непосредственно осуществлять их замену цифрами, в других используются кодовые цифры, спецификации которых даются в кодовых таблицах. Кроме того, разработаны символические слова и символические цифровые группы для использования их в качестве названий кодов, кодовых слов, символьных приставок или отличительных групп.

Заметим, что даже краткое описание структуры и состава кодовых форм показывает необходимость разработки средств хранения метеорологических данных для различных систем их автоматизированной обработки. Именно разработке серверного приложения для хранения и обработки метеоданных и посвящена настоящая работа.

Наиболее распространённым кодом, содержащим гидрометеорологическую информацию, является код КН-01. Данный код содержит данные гидрометеорологических наблюдений с наземных и морских станций (международная форма FM 12-VII SINOP и FM 13-VII SHIP). В состав данного кода включено четыре основных раздела. Каждый раздел состоит из нескольких групп [1].

Ниже представлен пример передаваемого кода, включающего ранее описанные разделы: 15151 26063 21328 81407 10073 21027 40025 57021 76345 86626 333 10115 60052 86808

Все данные, поступающие со станции в виде специального кода КН-01, разбиваются на определенные группы, которые заносятся в базу данных в таблицу метеоданных для дальнейшего хранения и обработки [2].

Каждая группа разбивается на отдельные компоненты, из которых выделяют три вида:

1. Компоненты группы с числовыми данными – группа содержит данные, раскодирование которых происходит за счет выполнения функций.
2. Компоненты группы с текстовыми данными – группа содержит данные, для которых предусмотрено наличие специальных справочных таблиц, содержащих данные для раскодирования.
3. Компоненты группы с обычными данными – группы данных, которые не нуждаются в раскодировании.

Для раскодирования данных используется конвертер, который преобразует данные из формата базы данных в формат удобный для пользователя. Раскодирование данных осуществляется за счет использования справочных таблиц и функций. Справочные таблицы содержат в себе совокупность необходимых ключей для обработки кода и хранятся в виде специальных таблиц-справочников базы данных.

Принцип работы системы, можно разделить на пять этапов:

1. Оператор, имея связь с гидрометеостанцией, получает файл, хранящий код в формате КН-01.
2. Загрузка оператором метеоданных, посредством интерфейса, в конвертер входных данных, функция которого состоит в удалении избыточных данных и разделении передаваемого кода на отдельные компоненты, каждая из которых имеет свой определенный показатель: температура воздуха, высота облаков, скорость ветра, давление, количество осадков и т. д.
3. После разделения данные заносятся в структурированный массив, который помещается в таблицу метеоданных для дальнейшего хранения и последующей обработки.
4. Конвертер выходных данных отвечает за раскодирование данных, хранящихся в базе данных. Процесс раскодирования данных происходит за счет использования функций или справочных таблиц.
5. Вывод раскодированных данных на экран компьютера в удобном для пользователя виде, например, в форме таблиц или графиков [3].

Для разработки серверного приложения использован язык серверных сценариев PHP, широко применяемый для разработки веб-приложений, а также работающий с большим количеством различных систем управления базами данных, в данном случае это MySQL.

Такое серверное приложения будет полезным в исследованиях, направленных на анализ и прогноз природно-климатических процессов.

### Список литературы

1. Код для оперативной передачи данных приземных метеорологических наблюдений с сети станций Росгидромета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteork.ru/doc/serv/synop.pdf>. – 15.03.2015.
2. Ботыгин И.А., Попов В.Н. Архитектура распределенной файловой системы // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 2014. № 6. <http://naukovedenie.ru/PDF/137TVN614.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус. англ. DOI: 10.15862/137TVN614
3. Botygin V.N., Popov V.A., Tartakovsky V.S. Sherstnev Architecture of scalability file system for meteorological observation data storing // Proc. of SPIE, 21st International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. – 2015. – Vol. 9680. – pp. 96800J-1–96800J-4. – doi: 10.1117/12.2205749.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

Колотовкина А.Ю., Дёмин А.Ю.

Научный руководитель: Дёмин А.Ю., к.т.н., доцент каф. ИПС ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: [stun2817@gmail.com](mailto:stun2817@gmail.com)

*The article is concerned with the promising area of human knowledge – digital signal processing, in other words processing sequences equally spaced in time and space counts with means of computer technology.*

**Key words:** digital filtering, audio signals, linear filtering.

**Ключевые слова:** цифровая фильтрация, звуковые сигналы, линейная фильтрация.

Любой непрерывный (аналоговый) сигнал, может быть подвергнут дискретизации по времени и квантованию по уровню (оцифровке), то есть представлен в цифровой форме. Если частота дискретизации сигнала  $F_d$  не меньше, чем удвоенная наивысшая частота в спектре сигнала  $F_{\max}$  (то есть  $F_d \geq 2F_{\max}$ ), то полученный дискретный сигнал  $s(k)$  эквивалентен сигналу  $s(t)$  в том смысле, что  $s(t)$  может быть в точности восстановлен из  $s(k)$  (теорема Найквиста–Шеннона–Котельникова) [1]. При помощи математических алгоритмов  $s(k)$  преобразуется в некоторый другой сигнал  $s_1(k)$ , имеющий требуемые свойства. Процесс преобразования сигналов называется фильтрацией, а устройство, выполняющее фильтрацию, называется фильтром. Поскольку отсчёты сигналов поступают с постоянной скоростью  $F_d$ , фильтр должен успевать обрабатывать текущий отсчет до поступления следующего, то есть обрабатывать сигнал в реальном времени. Для обработки сигналов (фильтрации) в реальном времени применяют специальные вычислительные устройства – цифровые сигнальные процессоры [1, 2].

Всё это полностью применимо не только к непрерывным сигналам, но и к прерывистым, а также к сигналам, записанным на запоминающие устройства. В последнем случае скорость обработки непринципиальна, так как при медленной обработке данные не будут потеряны.

Различают методы обработки сигналов во временной и в частотной области. Эквивалентность частотно-временных преобразований однозначно определяется через преобразование Фурье [3].

Обработка сигналов во временной области широко используется в современной электронной осциллографии и в цифровых осциллографах. Для представления сигналов в частотной области используются цифровые анализаторы спектра.

В цифровой обработке звука фильтрация применяется повсеместно. Фильтрация, применяемая к цифровым сигналам, называется цифровой фильтрацией. Методы цифровой фильтрации очень развиты, а цифровые фильтры позволяют осуществлять фильтрацию с недостижимой для аналоговых фильтров точностью [3].

В цифровом мире существует множество видов фильтрации, но в данной статье мы остановимся на одной – **линейной фильтрации**. Линейная фильтрация представляет собой динамическую систему, применяющую некий линейный оператор к входному сигналу для выделения или подавления определенных частот сигнала и других функций по обработке входного сигнала. Линейные фильтры широко применяются в электронике, цифровой обработке сигналов и изображений, в оптике, теории управления и других областях.

Наиболее часто они используются для того, чтобы подавить нежелательные частоты входного сигнала или для того чтобы выделить нужную полосу частот в сигнале. Существует большое количество различных типов и модификаций линейных фильтров.

Несмотря на природу фильтра – механическую, оптическую, электронную, программную или электрическую, а также на частотный диапазон, в котором они работают, математическая теория линейных фильтров универсальна и может быть применена к любому из них.

### Классификация по передаточной функции

**Импульсная переходная функция.** Линейные фильтры разделяются на два больших класса по виду импульсной переходной функции: фильтр с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтры) и фильтр с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры). До недавнего времени практическое использование имели только аналоговые БИХ-фильтры, однако с развитием цифровой техники КИХ-фильтры стали применяться повсеместно [4].

**Частотные характеристики.** По виду частотной характеристики фильтры подразделяются:

- на фильтр низких частот – пропускает низкие частоты сигнала;
- фильтр высоких частот – пропускает высокие частоты сигнала;
- полосовой фильтр – пропускает ограниченную полосу частот сигнала;
- режекторный фильтр пропускает все частоты, кроме определённой полосы;
- фазовый фильтр пропускает все частоты сигнала, но изменяет его фазу.

Полосовые и режекторные фильтры могут быть сконструированы путём последовательного соединения фильтров низких и высоких частот.

**Проектирование фильтров.** Линейные фильтры всех видов могут быть однозначно описаны с помощью их амплитудной и фазо-частотной характеристик, либо импульсной характеристики. С математической точки зрения непрерывные БИХ-фильтры описываются линейными дифференциальными уравнениями, а их импульсные характеристики – функции Грина для этих уравнений. Непрерывные фильтры также могут быть описаны с помощью преобразования Лапласа импульсной характеристики (в случае дискретных фильтров используется Z-преобразование).

Для проектирования фильтров широко применяются графические способы, например, с помощью диаграмм Боде или Найквиста, а также проектирование на комплексной плоскости, путём размещения нулей и полюсов передаточной функции фильтра.

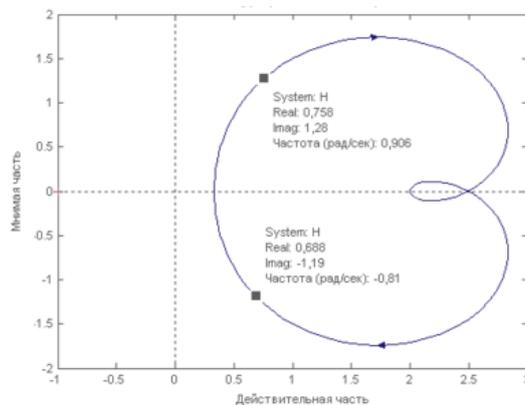


Рис. 1. Диаграмма Найквиста

Существует ряд различных типов фильтров по виду частотной характеристики, обеспечивающих качественное выполнение тех или иных задач.

Наиболее распространённые типы БИХ-фильтров:

- фильтр Бесселя;
- фильтр Баттерворта;
- фильтр Чебышёва;
- эллиптический фильтр.

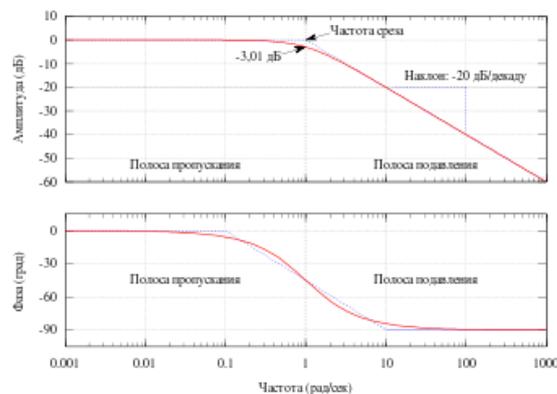


Рис. 2. ЛАФЧХ фильтра Баттерворта первого порядка

КИХ-фильтры могут быть осуществлены с помощью свёртки сигнала с импульсной характеристикой фильтра.

### Список литературы

1. Основные характеристики и параметры фильтров [Электронный курс] // пособие «Аналоговые измерительные устройства». – Режим доступа <http://analogiu.ru/6/6-5-2.html>. Обращение – 17.01.2016.
2. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников // Додэка XXI. – 2008. – 720 с.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – С. 751.
4. Гольденберг Л.М. и др. Цифровая обработка сигналов: справочник. – М.: Радио и связь, 1985. – 312 с.

УДК 004

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «REMEMBER ME»

Кошеутова Н.В., Осина П.М.

Научный руководитель: Шерстнев В.С., к.т.н., доцент кафедры ВТ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: polinaosina14@gmail.com, nat.dar@mail.ru

*The article describes the importance of time management and effective planning in modern society and is devoted to an Android OS app development. It points out the main features of a mobile application such as cross-platform capability and synchronization. Much attention is given to the software architecture as well as user data protection via password hashing methods.*

**Key words:** *time management, application, development, security, hashing, password*

**Ключевые слова:** *планирование, приложение, разработка, безопасность, хэширование, пароль.*

Управление временем для современного человека является основным понятием, благодаря которому достигается эффективность и продуктивность любых процессов. Тот кто добился успеха в своей жизни, много времени посвящают планированию. Ежедневное планирование просто необходимо для повышения производительности и эффективного управления временем.

В современном мире каждый первый человек имеет смартфон, на котором могут быть установлены приложения–органайзеры. Благодаря данным приложениям планирование дел становится удобным, быстрым, а главное мобильным. Но, к сожалению не все приложения обладают полным функционалом, который необходим пользователю.

Таким образом, актуальна разработка многофункционального, кроссплатформенного комплекса, который позволит управлять делами напрямую как с мобильного устройства, так и персонального компьютера. При создании данного комплекса, необходимо учитывать множество факторов, главным из которых является безопасность персональных данных пользователя от различных злоумышленников.

Целью данной работы является разработка программного комплекса «Remember me» необходимого для управления расписанием и собственными мероприятиями. Данный комплекс позволяет управлять делами прямо с мобильного телефона, а также с персонального компьютера, синхронизируя данные между устройствами. В состав программного комплекса входит мобильное приложение под Android OS, web-приложение, а также web-сервис, и приложение администратора.

Для определения основных функций программного комплекса необходим объективный анализ рынка приложений аналогов, а также изучение слабых и сильных сторон других продуктов, их отличия от программного комплекса «Remember me», изучение будущей конкурентоспособности разрабатываемого программного комплекса и потребностей пользователей.

Проведя анализ рынка приложений-органайзеров, ежедневников, можно выделить шесть основных, наиболее популярных программных продуктов с аналогичными функциями:

- BossNote;
- Jorte;
- Помнить все;
- iStudiez.

Данные приложения совместно имеют такие функции, как: запись события/мероприятия с напоминанием, определение местоположения события на карте, синхронизация записей между устройствами, просмотр календаря с событиями, настройки формата отображения записей (сортировки, порядок отображения и т. д.), отметка о выполненном задании, мероприятии, изменение записей о событиях.

На основании проведенного анализа функций приложений аналогов были выявлены функции программного комплекса «Remember me». Для того чтобы информация, занесенная пользователем на ПК или мобильном телефоне также была доступна на других устройствах, необходима функция синхронизации. Пользователь может устанавливать для событий напоминания, указать местоположение создаваемого события на карте, а также у каждого мероприятия есть уровень приватности. Для использования системы необходима регистрация. После регистрации пользователю предоставлена возможность выбрать друзей из списка пользователей, а также просматривать список дел друга, если на них установлен, допустимы уровень приватности – для всех, или для друзей. Также в данном приложении пользователь может синхронизировать общие дела (с открытым уровнем приватности) со своими друзьями.

На основании заявленных выше функций программного комплекса, архитектура данного комплекса должна быть гибкой и обеспечивать простое и быстрое взаимодействие клиентов с сервером, а также с сервисами GoogleMap.

Архитектура изображена на рис. 1. Для осуществления возможности использовать данный комплекс на любом устройстве необходимо разработать два клиентских приложения для пользователей: мобильное приложение для Android OS и web-приложение для браузера. Для возможности управлять системой в экстренных ситуациях необходимо web-приложения для администратора системы. Для обеспечения синхронизации между устройствами вся информация должна храниться в базе данных на сервере и представлять собой облачное хранилище. Для повышения скорости взаимодействия клиентской части и базы данных все запросы от клиента к базе данных отправляются не напрямую, а при помощи web-сервиса. Web-сервис является связующим звеном между клиентской частью и базой данных.

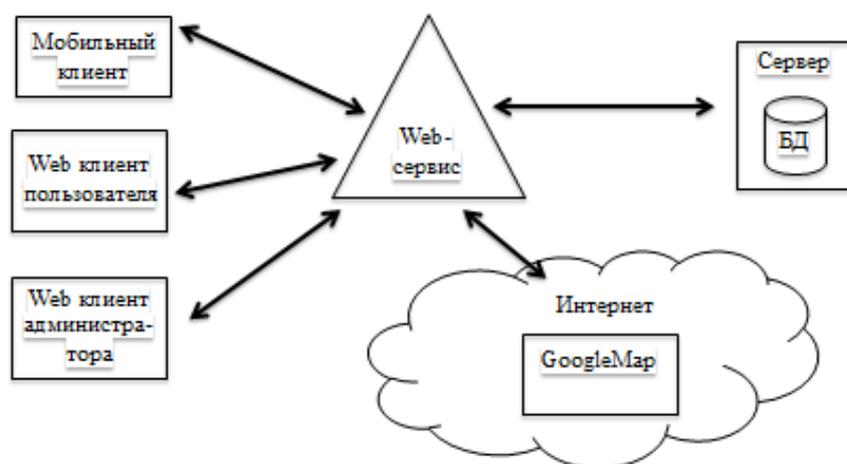


Рис. 1. Архитектура программного комплекса «Remember Me».

На основе разработанной архитектуры и основных функций будущего программного комплекса были выбраны следующие средства разработки:

- для разработки мобильного клиента: Android Studio, язык программирования Java;
- разработки базы данных: для web-сервера – MySQL, для мобильного приложения – SQLite;
- разработки web-сервис – язык программирования PHP;
- разработки web-клиент – язык программирования PHP, язык разметки гипертекста HTML.

После выбора средств разработки стал вопрос обеспечения безопасности хранения и передачи данных. Для этого были исследованы основные методы, используемые в защите информации в целом, а так же какие способы реализованы в выбранных нами средствах разработки [1].

Самой главной статьей в обеспечении безопасности является хэширование паролей, данную операцию необходимо проводить при разработке приложений, которые принимают пароли от пользователей. Без хэширования пароли могут быть украдены из базы данных и все пользователи останутся без своих профилей в системе [2].

Многие разработчики хэшируют пароли пользователей с помощью популярных функций, таких как *md5()* и *sha1()*. Такие хэширующие алгоритмы как MD5, SHA1 и SHA256 очень быстрые и эффективные. Но при наличии современных технологий и оборудования, стало довольно просто выяснить результат этих алгоритмов. Из-за той скорости, с которой современные компьютеры могут «обратить» эти хэширующие алгоритмы, многие профессионалы компьютерной безопасности строго не рекомендуют использовать их для хэширования паролей [3].

Существует несколько способов наиболее надежного хэширования паролей: первый из них – использовать несколько раз функцию *md5()* или *sha1()*, например *md5(md5(\$password))*; второй способ – совмещать две функции, например, *sha1(md5(\$pass))*; третий – способ использовать функцию *crypt()*, которая поддерживает несколько алгоритмов хэширования в PHP 5.3 и новее. Функция *crypt()* имеет параметр *salt* – это кусочек дополнительных данных, которые делают хэши более устойчивыми к взлому.

Наиболее из распространенных уязвимостей баз данных являются SQL-инъекции. SQL-инъекция – это разновидность уязвимости, которая позволяет заменить sql-запрос инородными данными. Защититься от данной уязвимости можно несколькими способами, и самые простые из них: первый способ – не вставлять напрямую переменную, которую ввел пользователь в SQL-запрос, а пропустить ее через такие функции как, *mysql\_real\_escape\_string()*, которая экранирует специальные символы в строке [4]; второй способ – использовать встроенные функции PHP, для подготовки SQL-запросов, например, *mysqli\_prepare()* подготавливает SQL запрос и возвращает указатель на это выражение, который может использоваться для дальнейших операций с этим выражением, в случае если запрос содержит ошибку, данная функция возвращает значение false [5].

### Список литературы

1. Мао В. Современная криптография. Теория и практика. – М.: Вильямс, 2005. – 763 с.
2. Яргер Р.Д., Риз Д., Кинг Т. MySQL и mSQL. Базы данных для небольших предприятий и Интернета. – СПб.: Символ-Плюс, 2000. – 560 стр.
3. PHP, безопасное хэширование паролей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://php.net/manual/ru/faq.passwords.php/>, свободный (Дата обращения: 10.03.2016).
4. PHP, SQL-инъекции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://php.net/manual/ru/security.database.sql-injection.php/>, свободный (Дата обращения: 10.03.2016).
5. Руководство по PHP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://php.net/manual/ru/mysqli.prepare.php/>, свободный (Дата обращения: 17.03.2016).

УДК 004

## РАЗРАБОТКА ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ С ФУНКЦИЯМИ ЗАКАЗА УСЛУГ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Минаева О.И., Шерстнев В.С.

Научный руководитель: Шерстнев В.С., к.т.н., доцент кафедры ВТ ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: olua94@mail.ru*

*This article represents advantages of mobile applications and describes some useful elements of Android app implementation such as Navigation Drawer and ViewPager.*

**Key words:** *Android OS, Java, mobile application development, services booking.*

**Ключевые слова:** *ОС Android, Java, разработка мобильного приложения, заказ услуг.*

В настоящее время мобильные устройства настолько влились в нашу жизнь, что трудно представить себе, как можно обойтись без будильника на смартфоне, помогающего вставать по утрам, органайзера, где записаны все важные дела или различных приложений, которые позволяют тратить меньше времени на осуществление задуманных дел. Без сомнения, пользоваться смартфоном или планшетом очень удобно, ведь устройство всегда под рукой и требует совсем немного места.

Если же говорить о том, какой способ работы с информацией чаще всего выбирают пользователи при использовании мобильных устройств, то можно привести следующий факт. По данным сервиса аналитики мобильных приложений Flurry на март 2014 года 86 % времени на мобильных устройствах пользователи проводят в приложениях, 14 % – в мобильном браузере [1]. И это логично, ведь когда есть потребность постоянно просматривать новости или работать с информацией на смартфоне, это гораздо удобнее делать через адаптированное под возможности устройства и размер экрана приложение.

В данной статье пойдет речь именно о таком мобильном приложении. Приложение разрабатывается для комплекса, который включает в себя автомойку, сауну, ресторан, гостиницу и караоке. Поэтому приложение отображает актуальную информацию обо всех этих направлениях, чтобы пользователи, которые хотят посетить данный комплекс, могли оперативно узнать, к примеру, меню ресторана либо просмотреть акции сауны или караоке. Также в приложении существует возможность записи на автомойку с выбором всех необходимых услуг и возможность отправки отзыва с интересующими вопросами либо впечатлениями от посещения комплекса.

### Разработка приложения

Данное приложение разрабатывается под мобильную операционную систему Android. Для создания приложения используется среда разработки Android Studio с инструментами Android SDK и язык программирования Java. Также в приложении используется библиотека для загрузки изображений `AndroidImageSlider` и библиотека для возможности выбора пользователем нужной даты `Material DateTime Picker`. Тестирование происходит с помощью эмулятора `Genymotion`, который предоставляет несколько десятков конфигураций Android-устройств, то

есть отпадает необходимость в нескольких физических устройствах. Все данные с сервера поступают в формате обмена данными JSON. Объекты JSON имеют формат пар «ключ:значение».

Приложение состоит из нескольких экранов – классов Activity. Этот класс представляет визуальную активность приложения и определяет действия, которые может производить пользователь. В Java-приложении должен быть как минимум один класс, который наследуется от родительского класса Activity [2]. С этого класса начинается работа все приложение. Все Activity прописываются в манифесте проекта. Файл манифеста содержит важную информацию о приложении, которая требуется системе Android. Например, в нем объявляется, какие разрешения должны быть выданы приложению для нормальной работы. Также в нем задается имя пакета Java для приложения, которое служит уникальным идентификатором приложения. Только получив эту информацию, система может выполнить какой-либо код приложения [3].

Без сомнения, большим плюсом для приложения является его простота в освоении. Этого можно достичь за счёт использования визуальных моделей и мышечной памяти из других Android-приложений. Например, жест скольжения является привычным навигационным приемом. Поэтому был выбран наиболее подходящий для этого виджет ViewPager, позволяющий осуществлять быстрый переход от одного фрагмента к другому простым перелистыванием. Работу данного виджета можно увидеть на рис. 1.

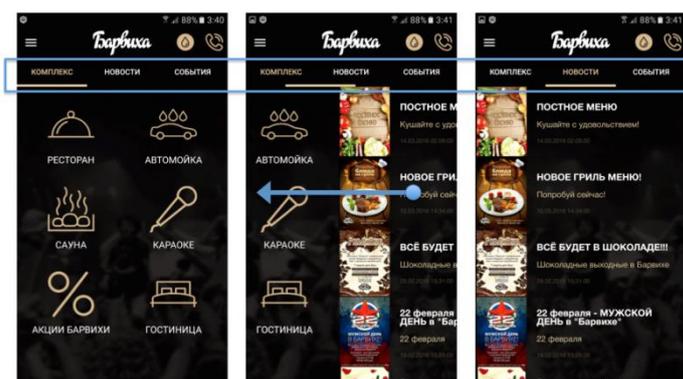


Рис. 1. Виджет ViewPager

Также в приложении был использован ещё один удобный элемент Navigation Drawer, который представляет собой панель, появляющуюся с левого края экрана телефона при пролистывании от края вправо. Данный элемент используется для быстрого перехода на различные экраны приложения без необходимости возвращения на главное меню. Элемент показан на рис. 2.



Рис. 2. Элемент Navigation Drawer

### Список литературы

1. Mobile App Usage Increases In 2014, As Mobile Web Surfing Declines [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://techcrunch.com/2014/04/01/mobile-app-usage-increases-in-2014-as-mobile-web-surfing-declines/>, свободный. Дата обращения: 20 марта 2016 г.
2. Класс Activity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://microsin.net/programming/android/class-activity.html>, свободный. Дата обращения: 20 марта 2016 г.
3. Манифест приложения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://developer.android.com/intl/ru/guide/topics/manifest/manifest-intro.html>, свободный. Дата обращения: 20 марта 2016 г.

УДК 004

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ В ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАЗНЕСЕННОМ КЛАСТЕРЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Нагиев А.Е.

Научный руководитель: Ботыгин И.А., к.т.н., доцент каф. ИПС

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: andrew\_nagiev09@mail.ru*

*The method of load balancing in a horizontally scalable computing systems based on the using of multithreading and parallelization is designed. Data processing occurred with a different number of model connected calculators by using the proposed method.*

**Key words:** *distributed system, java-technology, computer system, multithreading, parallel computing.*

**Ключевые слова:** *распределенная система, java-технологии, вычислительная система, параллельные вычисления, многопоточность.*

В настоящее время все более активно развиваются распределенные вычислительные системы. Такие системы представляют собой совокупность физически удаленных вычислительных узлов, с помощью которых достигается параллельность вычислений при выполнении задач [1–2].

И хотя подобные системы обладают таким существенным преимуществом, как возможностью неограниченного наращивания вычислительных узлов, разработка распределенной вычислительной системы (РАС) всегда влечет за собой ряд серьезных трудностей. Это могут быть проблемы как системного характера: настройка системы под выполнение определенной задачи, эффективное управление распараллеливанием, так и архитектурного: различие характеристик производительности вычислительных узлов, отсутствие единого времени между узлами, задержка при передаче данных и пр.

Для решения данных проблем и повышения эффективности использования динамически подключаемых ресурсов в распределенной вычислительной системе применяют балансировку нагрузки (БН) [3–5]. БН позволяет повысить быстродействие системы путем подключения дополнительных вычислителей при повышении нагрузки на РАС.

При проектировании распределенной вычислительной системы было выделено два уровня иерархии.

Первый уровень: генератор запросов, который выполняет роль имитатора терминалов. Терминалы создают запросы и отправляют их на обработку в отдельных потоках.

Второй уровень: Основной центр управления (ОЦУ), который обрабатывает полученные от генератора запросы; буфер запросов, который накапливает в виде очереди еще необработанные вычислителями запросы; Диспетчер, подключающий дополнительные центры управления. Основная задача его заключается в перераспределении запросов, ожидающих обработку между дополнительными вычислителями, что увеличивает скорость обработки данных; Дополнительный центр управления (ДЦУ). Он запускается диспетчером и предназначен для обработки запросов, накопившихся в буфере.

Взаимодействие между уровнями иерархий устанавливается с помощью передачи сообщений на основе сокетной технологии.

При небольшой скорости поступления запросов на обработку все вычисления производит только ОЦУ. Генератор, выполняющий роль терминалов запросов, создает запросы на вычисления. Основной центр управления принимает полученные запросы, адреса, соединения которых записываются в буфере. ОЦУ создает отдельный поток для обработки поступающих запросов. Запросы обрабатываются в порядке очереди. После обработки происходит удаление запроса из буфера.

С увеличением количества поступающих запросов в буфер, ОЦУ начинает не успевать обрабатывать все запросы, вследствие чего происходит накопление запросов в буфере. При достижении определенного количества (задаваемого программно) запросов, ожидающих обработку в буфере, основной центр управления запускает в отдельных потоках диспетчеров, с помощью которых происходит балансировка нагрузки в вычислительной системе. Диспетчер, в свою очередь, запускает столько ДЦУ, сколько необходимо для того, чтобы снизить количество хранящихся в буфере запросов. Каждый дополнительный центр управления запускается в отдельном потоке. ДЦУ увеличивают быстродействие распределенной вычислительной системы до требуемого уровня. Принцип работы описанной распределенной вычислительной системы при различных нагрузках представлен на рис. 1.

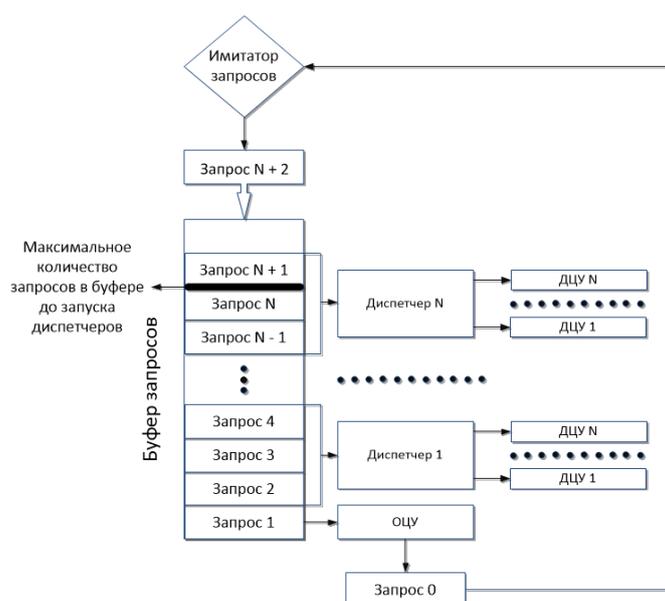


Рис. 1. Обработка поступающих запросов от генератора с работающими диспетчерами

Данный метод балансировки нагрузки в РАС значительно повышает производительность системы, так как количество ДЦУ ограничено только вычислительной мощностью разработанной инфраструктуры системы.

### Список литературы

1. Радченко Г.И. Распределенные вычислительные системы: учебное пособие / Г.И. Радченко. – Челябинск: Фотохудожник, 2012. – 184 с.
2. Родин А.В., Бурцев В.Л. Параллельные или распределенные вычислительные системы? // URL: [http://gridclub.ru/library/publication.2006-02-07.1818516730/publ\\_file/](http://gridclub.ru/library/publication.2006-02-07.1818516730/publ_file/) (дата обращения: 11.01.2016).
3. Балансировка нагрузки в распределенных системах // Интуит. URL <http://www.intuit.ru/studies/courses/1146/238/lecture/6153?page=2> (дата обращения: 09.12.2015).
4. Балансировка нагрузки NGINX // 8host. URL: <http://www.8host.com/blog/balansirovka-nagruzki-nginx/> (дата обращения 06. 01. 2016)
5. Исследование стратегий балансировки нагрузки в системах распределенной обработки данных // КиберЛенинка. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-strategiy-balansirovki-nagruzki-v-sistemah-raspredeleynoy-obrabotki-dannyh> (дата обращения 23. 11. 2015)

УДК 004

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА РЕКОМЕНДАЦИИ ОНЛАЙН-СЕРВИСА

Никитина К.С., Дорофеев В.А.

Научный руководитель: Дорофеев В.А., старший преподаватель кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: kseniya.niky@gmail.com*

*This article describes recommendation systems methods, algorithms and disadvantages of these methods. Also it explains choice of the optimal algorithm recommendation for the online service.*

**Key words:** *system recommendations, collaborative filtering, user-based collaborative filtering, item-based collaborative filtering.*

**Ключевые слова:** *система рекомендаций, методы коллаборативной фильтрации, методы, анализирующие содержимое объектов, методы, основанные на знаниях.*

У каждого человека возникает желание посмотреть, послушать, почитать или купить что-то новое. Выбор из изобилия фильмов, музыки, книг или товаров – это не простая задача. Основываясь только на столь малом количестве информации о новом продукте, человек не может утверждать, что продукт ему понравится. Именно для решения таких задач используются рекомендательные системы.

Системы рекомендаций позволяют пользователю выбрать среди всех доступных объектов именно те, которые будут ему интересны. Данные системы обрабатывают информацию, как о самом объекте, так и о действиях пользователей с этими объектами. Наиболее популярны рекомендательные системы в интернет-магазинах, например, OZON.ru, но есть серви-

сы подбирающие своим пользователям видео (YouTube.com), фильмы (КиноПоиск), книги (Readly) или других пользователей (Facebook, ВКонтакте).

Основная задача системы рекомендации – на основе имеющихся данных об объектах и пользователях получить список объектов, которые будут наиболее интересны для конкретного пользователя. Исходя из данных, используемых для расчета рекомендации, системы делятся на три класса:

- методы коллаборативной фильтрации;
- методы, анализирующие содержимое объектов;
- методы, основанные на знаниях [1].

Методы коллаборативной фильтрации основываются на оценках, которые пользователи выставляют объектам, т. е. рассматривают реакцию пользователя на предложенный ему объект. Сбор оценок происходит явным способом, при котором пользователь ставит оценку, например, от 1 до 5, или неявным, когда система отслеживает поведение пользователя, например, количество просмотров определенного ролика [2]. Задача системы, в таких методах, сводится к предсказанию оценки, которую может поставить пользователь  $n$  объекту  $i$ . Алгоритм состоит из трёх шагов:

Сопоставим интересы каждого пользователя  $m$  с интересами пользователя  $n$  (вычислим близость пользователей).

Выборка множества пользователей наиболее близких к пользователю  $n$ .

Предсказываем оценку пользователя  $n$  на основе оценок объекта  $i$  «соседями» из предыдущего шага.

Описанный алгоритм основан на сравнении между собой пользователей (user-based collaborative filtering). Существует другой подход, основанный на сравнении объектов (item-based collaborative filtering). В этом случае алгоритм также состоит из трёх шагов, но схожесть проверяем не пользователей, а объектов, и в соответствии с наиболее близкими объектами предсказываем оценку рекомендуемого объекта.

Существенными недостатками данных методов является проблема «холодного старта»: система не знает, что рекомендовать новому пользователю и кому рекомендовать новый товар и необходимо большое количество данных о разных пользователях [3].

Методы, основанные на анализе содержания объекта, являются наиболее подходящими при рекомендации книг, статей и другой текстовой информации. В данном случае каждый пользователь имеет свой профиль, в котором указывает свои интересы. Затем на основе ключевых слов подбираются похожие объекты и предлагаются пользователю. Основным минусом является узконаправленность методов. Также данные система получает от пользователя с помощью обратной связи, но не каждый пользователь желает предоставлять информацию о своих интересах.

Предыдущие методы хорошо работают при высокой активности пользователя, например, пользователь довольно часто покупает книги в интернет-магазине. Методы, основанные на знаниях, решают проблему редких покупок, т. е. когда о действиях пользователя мало информации или её вовсе нет. Эти методы делятся на два вида: использование жестких ограничений и выбор близких объектов. Идея обеих следующая: пользователи формулируют свои требования к объекту, а система пытается найти нужный объект. Первый метод особенно требователен к подбору объекта, так как он должен соответствовать всем требованиям пользователя. Во втором допускается объекты с достаточно близкими характеристиками.

Выберем оптимальный алгоритм из выше предложенных для онлайн-сервиса рекомендаций художественной литературы. Для начала проанализируем, какие методы рекомендаций используются похожими сервисами. Интеллектуальный сервис «Узнай, что почитать» подбирает книги пользователю на основе фильтра, в котором пользователь явно указывает

цель чтения, что пользователь хочет получить в результате прочтения и основной критерий любой книги – жанр. По сути, фильтр является выбором ключевых слов, которые необходимы для подбора похожих книг.

Рассмотрим другой рекомендательный сервис. «Имхонет» является проводником не только в мир книги, но и в галактику фильмов и игр. Данный сервис собирает как можно больше информации от пользователя путем оценки некоторого количества книг, фильмов. Затем на основании поставленных оценок ищет единомышленников. Именно эти люди будут выступать в роли рекомендателей. Алгоритм, использующийся в сервисе, является коллаборативной фильтрацией, основанной на сравнении пользователей. Проблема «холодного старта» решена тем, что пользователь, желающий получить рекомендацию, будет вынужден оценить некоторое количество объектов.

На основе проведенного анализа, можно сделать вывод, что для онлайн-сервиса рекомендации художественной литературы наилучшим вариантом является метод анализа содержимого объекта. Из текстовой информации проще извлекать ключевые слова, чем отслеживать оценки или просмотры той или иной книги.

#### Список литературы

1. Гомзин А.Г., Коршунов А.В. Системы рекомендаций: обзор современных подходов // Труды Института системного программирования РАН. – 2012. – Т. 22. – С. 401–417.
2. Филиппова Е. Системы рекомендаций: задачи, подходы, алгоритмы. URL: <http://datareview.info/article/sistemyi-rekomendatsiy-zadachi-podhodyi-algoritmyi/> (дата обращения: 03.03.2016).
3. Джонс Т. Рекомендательные системы: Часть 1. Введение в подходы и алгоритмы. URL: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/os-recommender1/index.html> (дата обращения 03.03.2016).

УДК 004

## ПОСТРОЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Петрухина И.А., Погребной А.В.

Научный руководитель: Погребной А.В., доцент кафедры ИПС

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: [irk-2009@yandex.ru](mailto:irk-2009@yandex.ru)

*The following article represents method of finding the best solution for connecting stations to the core network. The main criterion of choosing the variation is a minimum data transfer time, which is achieved by parallelizing dataflow in network. This method is used in modeling real-time system.*

**Key words:** *real-time system, cutting dataflow graph, matrix for conflicts, software load, maximum empty subgraph, core network.*

**Ключевые слова:** *система реального времени, разрезание графа передачи данных, матрица наличия конфликтов, программная нагрузка, максимально пустой подграф, базовая сеть.*

Система реального времени – это система, в которой правильность вычислений зависит не только от логической корректности результата, но и от времени, в течение которого этот результат получен. Часто различные станции находятся в разных местах и соединяются через некоторый канал связи (Интернет, кабель), т. е. системы реального времени имеют распределенную структуру. Это могут быть вычисления на метеостанциях, атомных станциях, в авиационной отрасли и т. д. Для предотвращения неверных результатов моделируют разрабатываемую систему и проверяют работоспособность на тестовых данных.

Целью данной работы является определение и программная реализация варианта подключения станций к магистралям сети по критерию минимизации суммарного времени на передачу данных в одном цикле моделирования. Минимизация времени достигается за счет распараллеливания передач данных в магистралях сети, что также снижает общую загрузку магистралей сети.

При решении данной задачи будем исходить из того, что нам известно:

- количество станций, для примера возьмем шесть станций;
- информационный граф программной нагрузки, в котором определены объемы данных, передаваемых между модулями и позициями за один цикл моделирования;
- модули и позиции распределены по станциям, т. е. мы имеем информационный граф с дугами, требующими сетевой ресурс.

Выберем базовую сеть из трех связанных между собой магистралей (рис. 1, а).

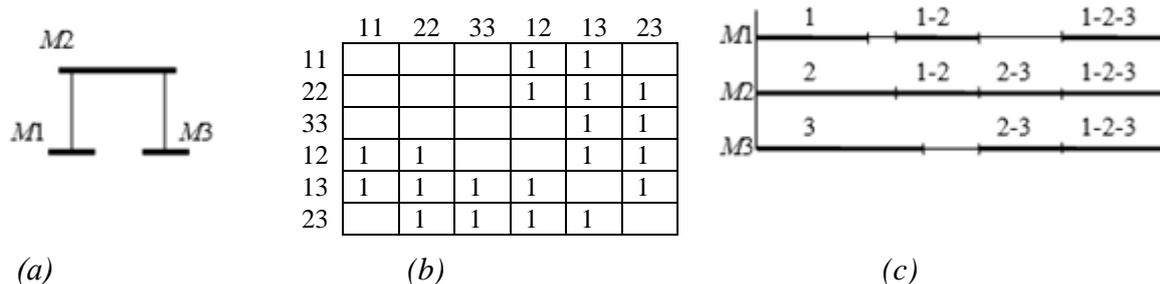


Рис. 1. Базовая сеть (а), матрица конфликтов передач (b) и пример диаграммы загрузки магистралей сети (с) [1]

Главным вопросом является то, как лучше всего подключить станции к магистралям для минимизации времени на передачу данных в сети. Очевидно, что дугам, по которым передаются большие объемы данных, желательно поставить в соответствие передачи данных между станциями, подключенными к одной магистрали. К каждой магистрали логично подключать не менее двух станций.

Метод решения задачи основан на выявлении в структуре сети возможностей параллельных передач данных. С этой целью выполняется последовательность следующих операций:

- строится граф передачи данных между станциями сети;
- выполняется разрезание графа передач данных на минимально связанные подграфы (рис. 2, а, вариант разрезания графа на три подграфа выделен пунктирными линиями);
- выбирается вариант подключения станций к магистралям сети (рис. 2, б);
- строится матрица наличия конфликтов  $Q$  между передачами данных при доступе к магистралям сети;
- строится диаграмма совмещения параллельных передач данных [1].

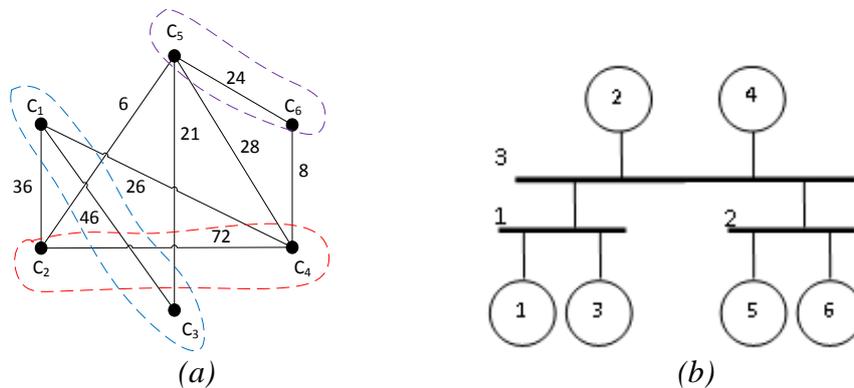


Рис. 2. Варианта разрезания графа (a) и базовая сеть для него (b)

Размерность матрицы  $Q = \|Q_{ij,kl}\|$  определяется числом ребер в графе передач данных. Ребра  $(c_i, c_j)$  в примере матрицы  $Q$  на рис. 2, a обозначены кодовыми номерами  $ij$ , например, ребро  $(c_1, c_2)$  обозначено 12. Элемент  $Q_{ij,kl}$  обозначает наличие ( $Q_{ij,kl} = 1$ ) или отсутствие ( $Q_{ij,kl} = 0$ ) конфликта по доступу к магистралям при одновременной передаче данных между станциями по ребрам  $(c_i, c_j)$  и  $(c_k, c_l)$ .

Выделим основные шаги методики поиска наименьшего времени передач данных для конкретного распределения вершин по магистралям:

Шаг 1: *получение матрицы наличия конфликтов*. Значения элементов  $Q_{ij,kl}$  определяются с использованием матрицы конфликтов  $M$  (рис. 1, b) по логическому выражению [2] (где  $g, h, s$  – номера магистралей от 1 до 3):

$$\forall c_i \in c(M_g), c_j \in c(M_h) \& c_k \in c(M_s), c_l \in c(M_g) [M_{gh,gs}] \Rightarrow (Q_{ij,kl} = 1), \text{ иначе } (Q_{ij,kl} = 0).$$

Шаг 2: *получение сокращенной матрицы конфликтов*. Из матрицы  $Q$  удаляются строки и столбцы, у которых все элементы  $Q_{ij,kl} = 1, ij \neq kl$ , что означает, что при передаче данных между соответствующими станциями заняты все три магистрали. Суммарный объем передач данных в сети  $R$  равен 0.

Шаг 3: *выделение максимального пустого подграфа*. Сокращенная матрица  $Q$  принимается в качестве матрицы связности вершин графа (в скобках у номеров вершин графа указаны объемы данных, передаваемых между соответствующими станциями). В графе  $Q$  выделяется максимальный пустой подграф. При этом вершины, которые уменьшили свой объем данных на предыдущем шаге, выбираются в первую очередь.

Шаг 4: *удаление вершины*. Вершина выделенного подграфа с минимальным объемом передач данных исключается из графа  $Q$  (если в подграфе существует вершина с таким же минимальным объемом, она исключается тоже). Из объемов передач данных других вершин подграфа вычитается объем данных удаленной вершины  $r_{ij}$ . К суммарному объему передач данных в сети  $R$  прибавляется  $r_{ij}$ . Если в графе не удалены все вершины, переходим на шаг 3. Иначе к  $R$  прибавляется объем данных удаленных вершин на шаге 2.

Таким образом, в ходе данного алгоритма вычисляется суммарный объем передач данных  $R$ , приходящийся на каждую магистраль, что и характеризует время передач данных в сети. На рис. 3, a и 4 показана пошаговая работа алгоритма для варианта распределения станций на рис. 2, b. Когда граф становится полным, выделение параллельных передач невозможно – к  $R$  прибавляются  $r_{ij}$  оставшихся вершин. Для наглядности строится диаграмма совмещения параллельных передач данных, показывающая загруженность каждой магистрали (рис. 4, c).

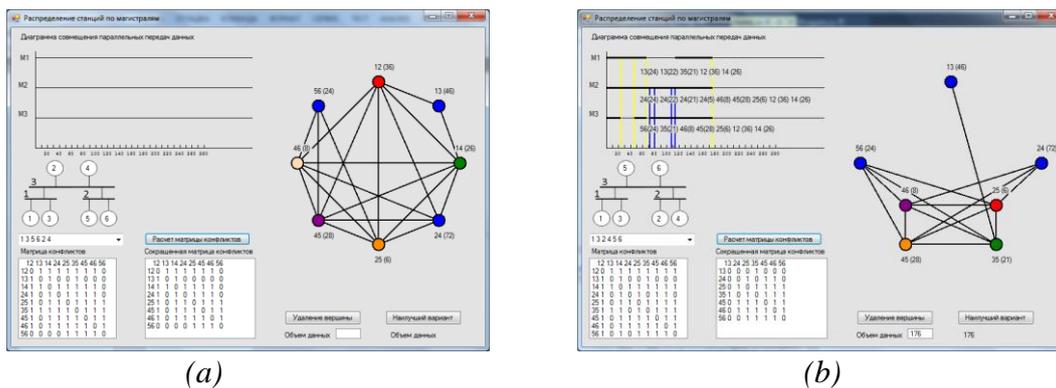


Рис. 3. Шаги 1–3 (a) и наилучший вариант распределения станций (b)

Задача поиска максимально пустого подграфа решалась как подзадача раскраски графа с помощью приближенного алгоритма последовательного раскрашивания [3].

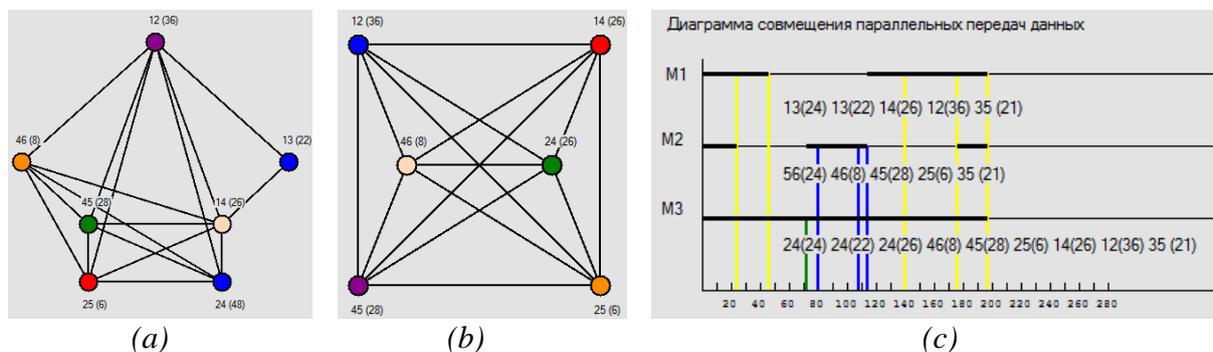


Рис. 4. Шаги 4–3<sub>2</sub>–4<sub>2</sub> (a) и диаграмма совмещения параллельных передач данных (b)

Таким образом, для выбранной базовой сети и варианта подключения станций (рис. 2) последовательная цепь передач данных за счет использования параллельных передач сократилась с 267 до 197 единиц. После генерации всевозможных перестановок [4] и расчета  $R$  для каждой был найден наилучший по времени вариант распределения станций с  $R = 176$  единиц (рис. 3, b). Как мы видим, вариант разрезания графа (рис. 2, a) был удачен, но также играет роль и распределение подграфов на магистралях. Сокращение значения времени передач в сети в рассматриваемом примере удалось достигнуть за счет наличия соответствия между структурой графа передач, содержащего три не пересекающихся подграфа с большими весами ребер и вариантом базовой сети с тремя магистралями.

### Список литературы

1. Погребной А.В. Проектирование структуры локальной сети для распределенной вычислительной системы реального времени (Электронный ресурс) / [Известия ТПУ] – 2007. Режим доступа: [http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin\\_TPU/2007/v311/i5/19.pdf](http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin_TPU/2007/v311/i5/19.pdf) (дата обращения: 24.02.2016).
2. Погребной В.К. Автоматизированное проектирование распределённых систем реального времени: учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 326 с.
3. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. – СПб: Питер, 2000. – 304 с.
4. Кручинин В.В. Процедурно – ориентированное программирование (Электронный ресурс) Режим доступа: <http://www.ie.tusur.ru/books/ProgDevelTech/index.htm> (дата обращения: 26.02.2016).

УДК 004

## ИССЛЕДОВАНИЕ CLICKJACKING АТАК

Полковников И.С.

Научный руководитель: Мыцко Е.А., ассистент кафедры ВТ ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: Polkovnikov.Ilya.95@mail.ru*

*В данной работе приведено исследование clickjacking атак, рассмотрены возможные способы защиты от данного типа атак. Приведена реализация сервиса проверки по двум наиболее популярным ошибкам – не эффективная защита и отсутствие заголовка X-Frame-Options.*

*This article analyses The Clickjacking attacks and possible ways to defend against them. Also it provides implementation of service which detects the two most common mistakes: the inefficient defence and the absence of X-Frame-Options header.*

**Key words:** *web application vulnerabilities, clickjacking.*

**Ключевые слова:** *уязвимости веб-приложений, clickjacking.*

Из-за высокого темпами развития интернета возникает всё больше и больше уязвимостей с которыми необходимо бороться. В последнее время стали набирать популярность необычные варианты атак, например, clickjacking.

На русский язык clickjacking можно перевести как «угон клика». Так же в различных источниках можно встретить варианты «перекрытие iframe» и «подмена пользовательского интерфейса».

Данной атаке подвергались такие известные Интернет-ресурсы, как Facebook, Vkontakte, PayPal, и другие.

Основная идея атаки заключается в следующем:

- На атакующей странице посетителю предлагается безобидное действие (посмотреть видео ролик или перейти по ссылке на интересующий ресурс).
- Поверх этого элемента размещается прозрачный iframe с атакуемой страницей.
- Взаимодействуя с атакующим сайтом, посетитель на самом деле взаимодействует с атакуемым.

В данной работе рассмотрены варианты защиты по степени их эффективности.

Самый простой способ защиты – это JavaScript код который запрещает отображение страницы внутри iframe разрушая его (рис. 1).

```
1 if (top != window) {  
2   top.location = window.location;  
3 }
```

Рис. 1. Старый метод защиты

В данный момент это код больше не является эффективной защитой. Все современные браузеры поддерживают атрибут sandbox. При помощи данного атрибута можно разрешить

во фрейме скрипты (`allow-scripts`) и отправку форм (`allow-forms`), но запретить топ-навигацию (не указать `allow-top-navigation`). «Защищённый» `iframe` будет выглядеть примерно так, как показано на рис. 2.

```
1 <iframe sandbox="allow-scripts allow-forms" src="example.html"></iframe>
```

Рис. 2. Защищенный `iframe`

Можно сделать вывод, что эта защита не способна противостоять реальной атаке, а также может скомпрометировать атакуемый сайт.

Рассмотрим подробнее более современный способ защиты при помощи заголовка `X-Frame-Options`. Этот заголовок позволяет разрешить или запретить отображение страницы, если она открыта во фрейме.

У данного заголовка может быть три значения:

- `SAMEORIGIN`
- `DENY`
- `ALLOW-FROM domain`

`Clickjacking` атаки особенно опасны, поскольку, проектируя интерфейс сайта, обычно никто и не задумывается о том, что клик от имени пользователя может сделать злоумышленник.

Учитывая результаты исследования, был реализован онлайн сервис который проводит проверки по двум наиболее популярным ошибкам – не эффективная защита и отсутствие заголовка `X-Frame-Options`.

Сервис реализован при помощи библиотеки `CURL` для языка программирования `PHP`. По окончании проверки пользователю предлагается перейти по ссылке «Подробнее» и детальной ознакомиться с уязвимостью. На рис. 3 представлен пользовательский интерфейс разработанного сервиса. На рис. 4 представлен пример результата проверки на уязвимость.

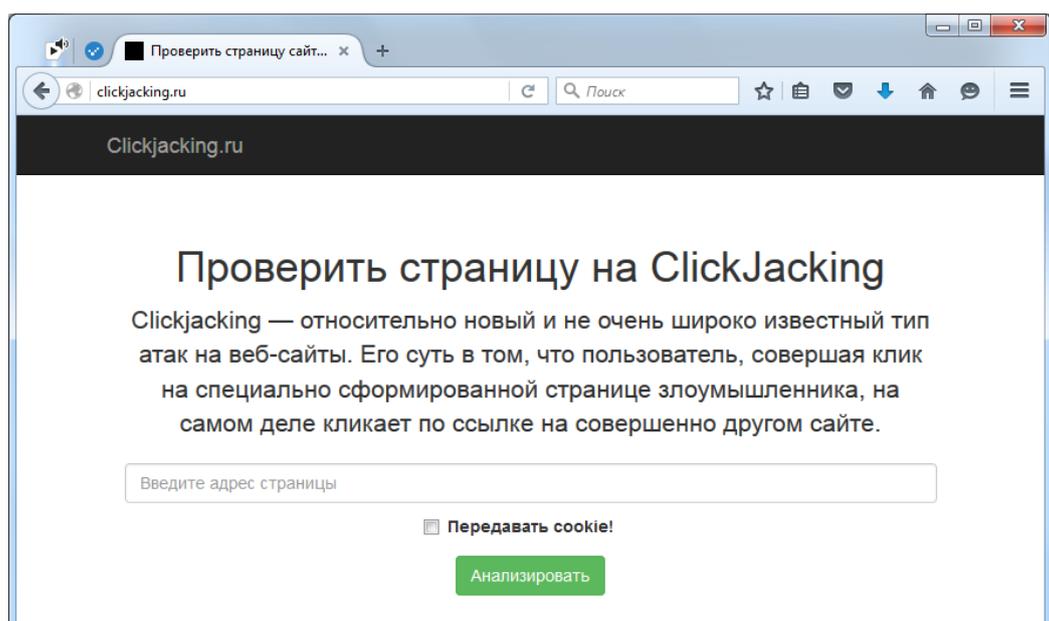


Рис. 3. Пользовательский интерфейс

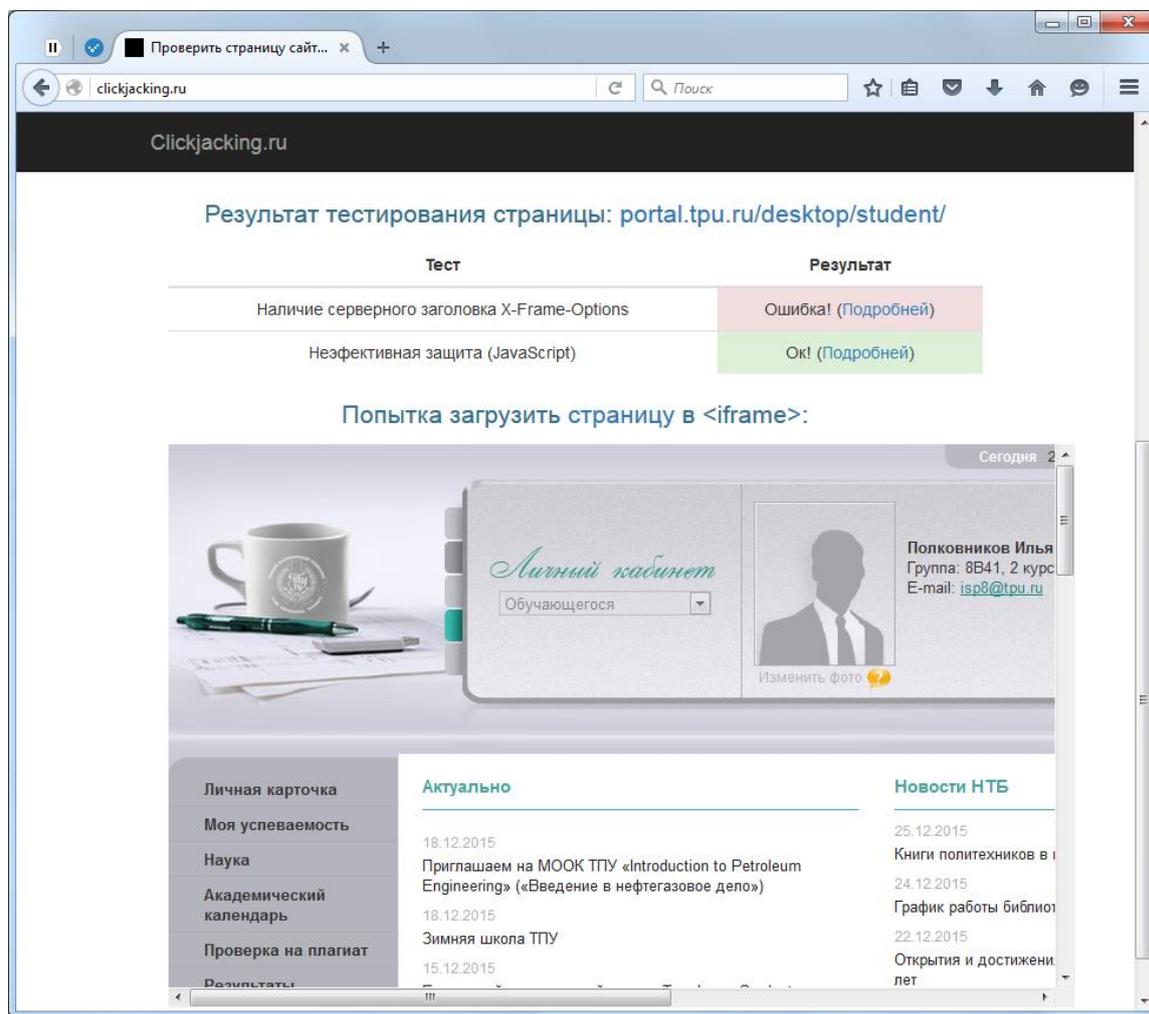


Рис. 4. Результат проверки

#### Список литературы

1. Атака Clickjacking и защита от неё. [Электронный ресурс]. URL: <https://learn.javascript.ru/clickjacking/>. [Дата обращения: 25.12.15].
2. За нами следят или clickjacking для бизнеса. [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/post/238565/>. [Дата обращения: 25.12.15].
3. Кликджекинг – Википедия. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кликджекинг/>. [Дата обращения: 25.12.15].
4. Легальный Clickjacking ВКонтакте. [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/post/228617/>. [Дата обращения: 25.12.15].
5. The Clickjacking attack, X-Frame-Options. [Электронный ресурс]. URL: <http://javascript.info/tutorial/clickjacking/>. [Дата обращения: 25.12.15].

УДК 004

## ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА НАВИГАЦИОННЫХ ДАННЫХ

Пономарева А.В., Мейта Р.В.

Научный руководитель: Шамин А.А., доцент, к.т.н.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: avp35@tpu.ru

*This paper presents a study of the possibility of application of cluster analysis methods to the data sets from navigation receivers. The navigation data from the moving objects have a number of features, it makes the application to them of some class of clustering algorithms impossible. Such features include, in particular, the prevalence of clusters of complex shape different from circle.*

**Ключевые слова:** навигация, кластерный анализ, GPS, k-means, c-means, DBSCAN, Data Mining.

**Key words:** navigation, cluster analysis, GPS, k-means, c-means, DBSCAN, Data Mining.

### Введение

Методы Data Mining сегодня широко применяются для анализа больших объемов данных с целью выявления в них скрытой информации и логических связей. Одним из типов задач, решаемых методами Data Mining, являются задачи кластерного анализа. Кластерный анализ успешно применяется для исследования навигационных данных от спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС. С точки зрения задачи кластеризации, наибольший интерес представляют значения координаты, времени, скорости и направления движения отдельной навигационной точки. Основываясь на вышеприведенной информации об исследуемых данных, приведем сравнение наиболее часто применяемых алгоритмов кластеризации.

### Алгоритм k-средних

Алгоритм k-средних основан на работах Стюарта Ллойда [1] и Гуго Штейнгауза [2]. Входными данными для алгоритма являются количество кластеров и координаты центроидов (количество центроидов соответствует количеству кластеров). На каждой последующей итерации алгоритма центры масс кластеров вычисляются снова. Итеративный процесс продолжается, пока центры масс не перестанут менять свои координаты или количество итераций не достигнет установленного предела.

В контексте кластеризации навигационных данных данный алгоритм является не самым подходящим вариантом по следующим причинам:

- не всегда представляется возможным верно выделить количество кластеров, так же, как и начальные центры кластеров;
- навигационные данные содержат шум и выбросы, что оказывает большое влияние на правильность выделения кластеров данным способом;
- алгоритм плохо выделяет кластеры специфической формы, а навигационные треки являются примером подобных кластеров.

### Нечеткий алгоритм c-средних

Данный алгоритм является модификацией алгоритма k-средних, он основан на вычислении вероятности отнесения элемента к тому или иному кластеру [3]. Как и в алгоритме

k-средних, на первом этапе задается количество кластеров и центры масс кластеров. Однако в данном алгоритме также задается мера схожести и матрица весов принадлежности рассматриваемого элемента к каждому из кластеров. На каждой итерации с учетом меры схожести и матрицы весов происходит пересчет центров масс кластеров и весов.

Преимуществом данного алгоритма является возможность определения степени принадлежности элемента к тому или иному кластеру. Данное свойство помогает преодолеть трудности, возникающие при применении алгоритма k-средних. Однако по-прежнему остается сложность применения алгоритма в рассматриваемой предметной области по тем же причинам, что и в методе k-средних.

### Алгоритм DBSCAN

Алгоритм позволяет определить принадлежность элемента кластеру на основе плотного распределения элементов исходного множества [4]. Начальными данными алгоритма являются расстояние  $\epsilon$ , которое определяет радиус соседства точки, и  $\text{minPts}$  – минимальное количество точек, находящихся в соседстве с рассматриваемой точкой. На каждой итерации рассматривается точка множества. Если в ее  $\epsilon$ -окрестности количество точек больше или равно  $\text{minPts}$ , то точка добавляется в кластер. В противном случае точка относится к шуму. Таким образом, после обхода всех точек формируются кластеры и массив точек, отнесенных к шуму.

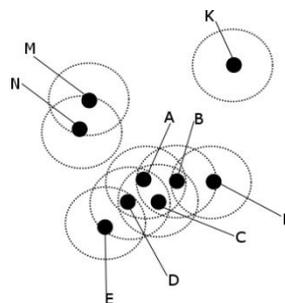


Рис. 11. Выделение кластеров методом DBSCAN

Алгоритм довольно успешно справляется с задачей кластеризации данных. При этом удается выделить шум и осуществить разбиение множества на кластеры специфической формы, что удовлетворяет требованиям предметной области. Однако данный алгоритм также имеет недостаток: принадлежность граничных точек (точек, которые одинаково достижимы из точек двух и более кластеров) к какому-либо кластеру определяется порядком обработки точек.

### Выводы

На основе проведенного исследования алгоритмов кластеризации можно сделать вывод о том, что в условиях специфики навигационных данных наиболее подходящим для их анализа является DBSCAN и его производные. Основной особенностью навигационных данных является тот факт, что точки в пространстве сгруппированы в вытянутые области, плохо поддающиеся кластеризации центроидными методами. В это же время подход, реализованный в алгоритме DBSCAN, позволяет находить кластеры произвольной формы.

### Список литературы

1. Lloyd S.P. Least squares quantization in pcm // IEEE Transactions on Information Theory, vol. 28 (2), pp. 129–136, March 1982.
2. Steinhaus H. On the division of material bodies into parts ("Sur la division des corps materiels en parties") // Bull. Acad. Polon. Sci., C1. III – vol IV, pp. 801–804, 1956.
3. Jantzen J. Neurofuzzy Modelling // Electronic publishing.
4. Ester M., Kriegel H.-P., Sander J., Xu X., Simoudis E., Han J., Fayyad U.M. et al. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise // Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96). – 1996. – pp. 226–231.

УДК 004

## РАЗМЕЩЕНИЕ СТАНЦИЙ НА ТОПОЛОГИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Пузанов А.Л.

Научный руководитель: Погребной А.В.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: tema.puzanov94@gmail.com*

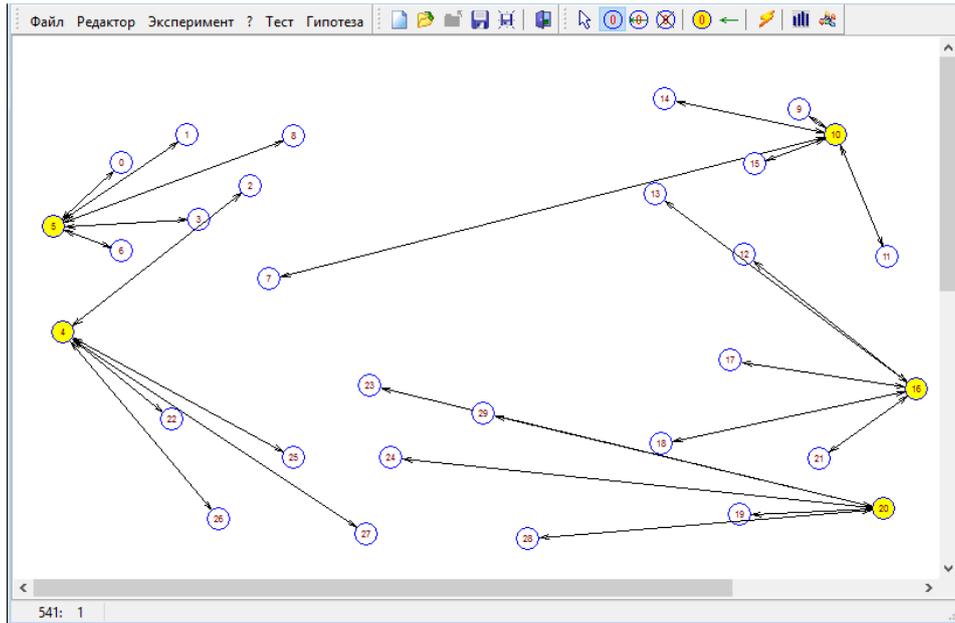
В данной статье рассматривается задача, определяющая места расположения станций на топологическом поле и соответствующую конфигурацию связей станций с терминальными точками в технической системе. На основе результатов анализа была сформирована совокупность конкретных видов станций, которые одновременно удовлетворяют требованиям по своевременному выполнению программной нагрузки и подключению терминальных точек. При решении данной задачи будем исходить из того, что на топологическом поле расположены точки. Соответственно, станции имеют векторы подключения, способные подключить эти точки. В нашем случае принимается, что все точки одного типа, а станции могут различаться только количеством подключаемых точек. При этом станции выступают в роли некоторых центров, способных подключить (обслужить) ограниченное число точек и выполнять функции сбора данных, управления, передачи сообщений и другие. Для таких приложений на первое место выдвигается задача разбиения множества объектов (терминальных точек) на заданное число подмножеств, так чтобы суммарное расстояние между объектами в подмножествах было минимальным. В данной статье будет изложен метод разбиения множеств на подмножества и возможности их применения при решении рассматриваемой задачи.

Данный подход решения задачи размещения станций основан на разрезании графа TG (топологический граф) на подграфы с минимальной суммой связей вершин в подграфе и максимальной суммой связей между вершинами из разных подграфов. Вместе с тем при разработке алгоритма оказалось востребованным применение задачи подключения точек.

Вначале мы имеем некоторое количество точек.

Далее решаем транспортную задачу (ТЗ) или задачу распределения точек по станциям. Размерность матрицы ТЗ определяется по числу станций и числу точек, в нашем случае  $5 \times 25$ , элементы матрицы – расстояния между станциями и точками, одна точка может быть подключена лишь к одной станции. Вначале мы находим полюса, к которым будем подключать остальные точки, для этого берем точки максимально удаленные друг от друга, далее алгоритм минимизирует суммарные расстояния от станций до подключаемых к ним точек. Под-

ключаем каждую точку, только к одной станции. На следующей итерации мы находим новые центры (станции) по методу k-средних, складывая однородные координаты точек, подключенных к одной станции, и делим на их количество координат, таким образом, получая координаты нового центра. Далее снова решаем ТЗ относительно нового центра, подключая ближайшие точки. На следующих итерациях, мы также находим новые центры, относительно точек, подключенных к станциям, итак пока не получим устойчивое множество.



*Рис. 1. Разбиение точек на станции*



*Рис. 2. Пример устойчивого расположения центров*

Итак, данный метод разбиения, является эффективным инструментом для приближённого решения задачи разбиения множества. При разбиении множеств, содержащих до 100 объектов (вершин топологического графа), локальный оптимум достигался не более чем за 10 итераций. Получаемые разбиения являлись вполне приемлемыми для использования на практике.

### Список литературы

1. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. – М.: Мир, 1978. – 432 с.
2. Погребной А.В. Определение числа и топологии размещения станций многопроцессорной вычислительной системы // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 7. – С. 160–164.
3. Погребной А.В. Алгоритм решения задачи компактного разбиения множества объектов территориально распределенной системы. Точный адрес статьи: <http://cyberleninka.ru/article/n/algoritm-nechetkoy-klasterizatsii-osnovannyy-na-vydelanii-osnovnyh-obektov-klasterov>

УДК 004

## РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА МАРШИРУЮЩИХ КВАДРАТОВ НА ЯЗЫКЕ C#

Русакович Н.А., Демин А.Ю.

Научный руководитель: Демин А.Ю., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: nar7@tpu.ru

*This article describes basic principles of method of the marching squares. There is an overview of input data, options of distribution of signs of each top. Article is generally devoted to realization of this method using Visual Studio.*

**Key words:** *marching squares, tangential straight line, graph theory*

**Ключевые слова:** *марширующие квадраты, тангенциальная прямая, теория графов*

Прошло уже порядка трех столетий с тех пор как швейцарский математик, физик и механик Леонард Эйлер предложил решение задачи о семи Кёнигсбергских мостах. Это была первая работа по теории графов. Толчок к развитию теории графов получила на рубеже XIX и XX столетий, когда резко возросло число работ в области топологии и комбинаторики, с которыми ее связывают самые тесные узы родства. Графы эффективно используются в теории планирования и управления, теории расписаний, социологии, математической лингвистике, экономике, биологии, медицине, географии [1]. Широкое применение находят графы в таких областях, как программирование, теория конечных автоматов, электроника, в решении вероятностных и комбинаторных задач, нахождении максимального потока в сети, кратчайшего расстояния, максимального паросочетания, проверки планарности графа и др.

Метод марширующих квадратов применяется в медицине в рентгенограммах, при разработке визуальных метафор для невизуальной информации, при визуализации результатов научных экспериментов, при визуальной аналитике, в топографии, картографии, геодезии [2].

Входными данными для метода марширующих квадратов является квадратная сетка, вершинам которой приписан знак характеристической функции области. Каждая подобласть имеет 4 вершины, каждой из которой приписан один из двух знаков. Таким образом, всего существует  $2^4 = 16$  различных вариантов распределения знаков, которые с учетом симметрии и поворотов могут быть сведены к 5 вариантам [3], изображенным на рис. 1.

В случаях 5–10 возникает неоднозначность выбора пары точек, которые необходимо соединить отрезками. Для каждой точки на ребре можно провести соответствующую тангенциальную прямую. В зависимости от пересечения таких прямых можно определить ту пару точек, которые нужно соединить.

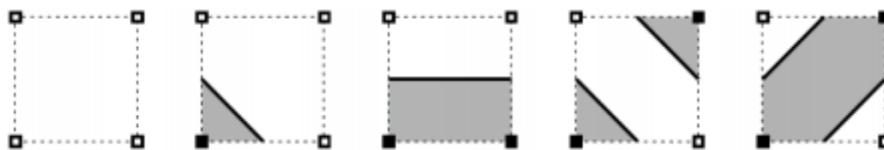


Рис. 1. Варианты распределения знаков

Происходит объединение всех контуров. В итоге была получена квадратная сетка с разделенными областями.

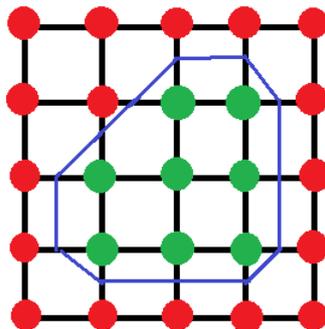


Рис. 2. Сетка с разделенными областями

Данный метод был реализован на языке C#, при помощи Visual Studio. Форме было передано событие Paint. Для рисования линий и фигур нужно использовать объект Graphics. Этот объект предоставляет поверхность рисования и используется для создания графических изображений. Имена большого количества методов, определенных в классе Graphics, начинаются с префикса Draw\* и Fill\*. Первые из них предназначены для рисования текста, линий и не закрашенных фигур (таких, например, как прямоугольные рамки), а вторые – для рисования закрашенных геометрических фигур. Квадратная сетка была получена рисованием горизонтальных и вертикальных линий с помощью метода Drawline. Метод DrawLine рисует линию, соединяющую две точки с заданными координатами. Точки, находящиеся в вершинах квадратной сетки, прорисовываются с помощью FillEllipse. Метод FillEllipse рисует закрашенный эллипс, определяемый ограничивающим прямоугольником, заданным с помощью пары координат, ширины и высоты [4]. Также были представлены параметры, при которых прорисовывается контур области, т. е. прямые, представленные на рис. 1 с помощью структуры Point. Данная структура представляет упорядоченную пару целых чисел – координат X и Y, определяющую точку на двумерной плоскости.

Итак, в результате исследования было разработано приложение на языке программирования C# для построения контура заданной области.

#### Список литературы

1. Ore O. Теория графов / O. Ore: пер. с англ. – Либроком. 2009. – 352 с.
2. William E.L., Harvey E.C., Marching C. A high resolution 3D surface construction algorithm // Computer Graphic. – July 1987. – Vol. 21. – No. 4.
3. Wu Z., Sullivan J.M. Multiple material marching cubes algorithm // Int. J. Numer. Meth. Engng. 2003
4. Дёмин А.Ю. Основы компьютерной графики: учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 191 с.

УДК 004.312.26

### РЕАЛИЗАЦИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ДЕКОДЕРА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО ПОЛИНОМИАЛЬНОГО КОДА (15, 8, 3), ИСПРАВЛЯЮЩЕГО ПАКЕТНЫЕ ОШИБКИ, НА ПЛИС

Рыжова С.Е.

Научный руководитель: Мальчуков А.Н., доцент кафедры ВТ ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: r.svet93@yandex.ru

*This article presents the structure and implementation of high-speed decoder capable of correcting burst errors. To increase the performance of the decoder, a series circuit has been replaced by a combinational.*

**Key words:** high-speed decoder, cyclic method, error-correcting code, combinational circuit, burst bit error, FPGA.

**Ключевые слова:** быстродействующий декодер, циклический алгоритм, помехоустойчивый код, комбинационная схема, пакетная ошибка, ПЛИС.

#### Введение

Для обнаружения и исправления ошибок при передаче и хранении информации применяются помехоустойчивые коды. Существуют коды, способные распознавать сколь угодно количество независимых ошибок, например, БЧХ-коды. Но независимые ошибки встречаются не так часто, как пакетные. В большинстве случаев, например, в каналах связи в которых возникают шумы, количество поврежденных подряд бит, которые и составляют пакет, может достигать сотен и тысяч.

#### Быстродействующий алгоритм декодирования

Данный алгоритм основан на циклическом алгоритме декодирования, в котором вместо классического деления полиномов используется матричный метод деления полиномов. Принцип матричного деления заключается в замене процедуры деления умножением вектора на матрицу, где в качестве вектора выступает делимое, а в качестве матрицы – предварительно вычисленная матрица для заранее определенных длин делимого и делителя [1–3].

В силу наличия обратных связей при вычислении, алгоритм циклического декодирования замедляет получение конечного результата. Для устранения этого недостатка была разработана схема, в которой формируются все варианты сдвигов принятого кодового слова, которые параллельно подаются на блок вычисления остатков от деления. Остатки, полученные в результате деления, подаются на блок сравнения остатка с возможным шаблоном пакетной ошибки. Если остаток найден, то формируется логическая «1», если нет – логический «0». В блоке исправления ошибки происходит поиск первого результата с логической «1», после чего происходит суммирование по модулю 2 соответствующего варианта сдвига кодового слова и остатка. Преимуществом данного алгоритма является то, что нет необходимости выполнять  $n*(n-1)$  итераций. На рис. 1 представлена структурная схема устройства быстродействующего циклического декодирования.

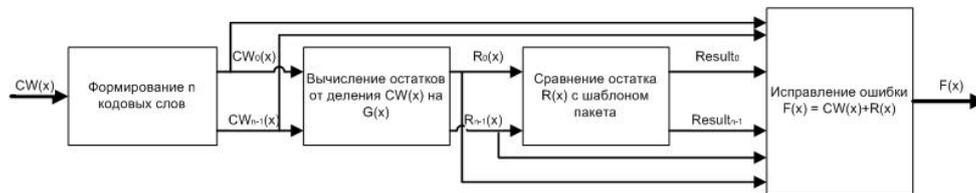


Рис. 1. Структурная схема быстродействующего циклического декодера

Основным недостатком такой схемы являются элементы памяти, в которых хранятся промежуточные значения, вычисленные в ходе работы декодера. Для устранения этого недостатка был осуществлен переход от последовательной схемы к комбинационной. Суть комбинационной схемы заключается в использовании элементов булевой алгебры, таких как «И», «ИЛИ», «XOR» и таких элементов как мультиплексоры или компараторы [4].

Разработка схемы, реализующей декодер, проводилась на ПЛИС, что позволяет снизить время разработки схемы и дает возможность производить ее быструю отладку.

Результаты работы декодеров с использованием элементов памяти и без них, представлены на рис. 2–3.

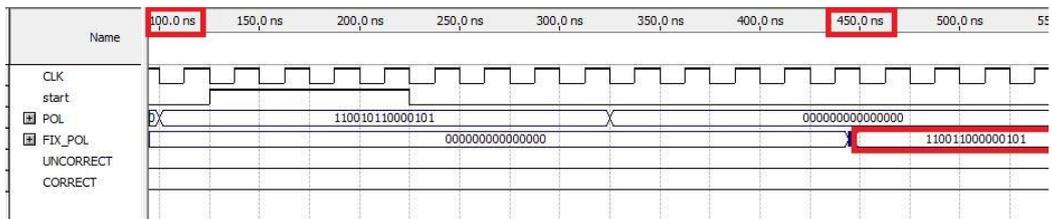


Рис. 2. Временная диаграмма тестирования декодера с элементами памяти

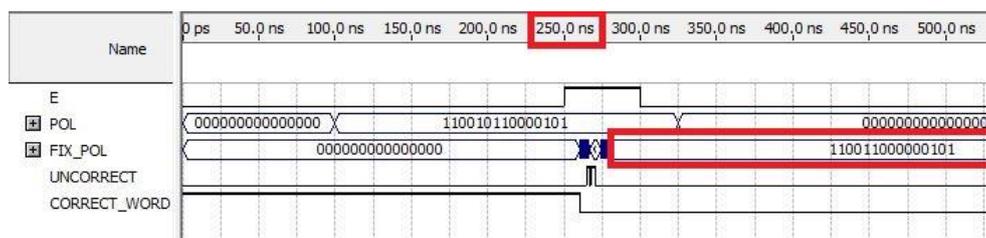


Рис. 3. Временная диаграмма тестирования быстродействующего декодера

По результатам рис. 2–3 видно, что время работы быстродействующего декодера почти в 10 раз меньше, чем у устройства, в котором используются элементы памяти.

### Заключение

В данной работе предложена реализация быстродействующего декодера, основанного на циклическом методе декодирования для аппаратной реализации. Такой декодер не требует больших аппаратных затрат или больших объемов памяти для хранения значений. На основе тестирования и сравнительного анализа данного декодера, и такого же декодера, но с использованием элементов памяти было показано, что декодер справляется с обнаружением и исправлением пакетов ошибок длиной до 3-х бит менее чем за 25 нс.

### Список литературы

1. Боуз Р.К., Рой-Чоудхури Д.К. Об одном классе двоичных групповых кодов с исправлением ошибок. – В кн.: Кибернетика. – М., 1964. – С. 112–118.
2. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. – М.: Мир, 1986. – 576 с.
3. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования: методы, алгоритмы, применение: учебное пособие: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 320 с.
4. Харрис Д.М., Харрис С.Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. – 2-е изд. – Morgan Kaufman, 2013 – 1662 с.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОКАДРОВОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕО С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ КЛАССОВ AForge.NET

Шкабара А.И.

Научный руководитель: Демин А.Ю., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: anastasia.shkabara@gmail.com*

*The following article describes libraries and classes for frame extraction from videofile and creating an RGB-histogram for those extracted frames.. As a result, it will help to develop a dynamic RGB-histogram creator.*

**Key words:** *AForge.NET, RGB histogram, frame extraction, video processing.*

**Ключевые слова:** *AForge.NET, RGB гистограммы, извлечение кадров, обработка видео.*

### Цель работы

Создание приложения для извлечения кадров из видео с помощью библиотеки классов AForge.NET и дальнейшей обработки и анализа с помощью RGB гистограмм.

На сегодняшний день в связи с ускоренным темпом роста мультимедиа технологий встает задача покадровой обработки и дальнейшего анализа видео. Это необходимо, например, для программного обнаружения изменения состояния кадра, к примеру, при съемке камерой слежения за объектом. Это можно выполнить с помощью создания цветowych гистограмм для каждого кадра видео. Соответственно, перед нами предстает следующая задача: в

первую очередь, необходимо изучить современные программные средства обработки видео для дальнейшей работы с файлами, найти оптимальное решение для извлечения необходимых кадров из видеофайлов. Затем разработать алгоритм создания гистограмм для кадра, извлеченного из видеофайла.

### Извлечение кадров из видео

Существует огромное множество библиотек, фреймворков и готовых программ для редактирования, обработки и кадрирования видео. После изучения основных выбор для реализации поставленной задачи остановился на следующей библиотеке:

AForge.NET – это библиотека классов с открытым исходным кодом, предназначенная для разработчиков и исследователей в области компьютерного зрения и искусственного интеллекта. Она охватывает такие аспекты разработки, как обработка изображений, нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткая логика, машинное обучение, робототехника и т. д. Она состоит из набора библиотек и примеров приложений, которые демонстрируют ее возможности [1].

Для работы с видео необходимо использовать AForge.Video – набор библиотек для видео обработки, включающий в себя пространство имен AForge.Video.FFMPEG. Оно содержит классы, которые позволяют читать и записывать видео файлы, используя библиотеку FFMpeg [2].

FFmpeg – набор свободных библиотек с открытым исходным кодом, которые позволяют записывать, конвертировать и передавать цифровые аудио- и видеозаписи в различных форматах [3]. Для выполнения команд необходима командная строка или специальная оболочка, подходящая для того или иного языка программирования. Чтобы воспользоваться ею в знакомой среде .NET, на языке C#, необходима оболочка. Для этого хорошо подходит библиотека классов AForge.NET.

Для решения задачи извлечения кадров из файла использовался класс VideoFileReader. Фрагмент кода для извлечения и сохранения каждого тысячного кадра из файла test.avi приведен ниже.

```
VideoFileReader reader = new VideoFileReader();
reader.Open("test.avi");
for (int i = 0; i < reader.FrameCount; i++)
{
    Bitmap videoFrame = reader.ReadVideoFrame();
    if (i % 1000 == 0)
    {
        videoFrame.Save(n + ".bmp");
        n++;
    }
    videoFrame.Dispose();
}
reader.Close();
```

### Создание RGB гистограмм

Теперь, когда появилась возможность извлекать кадры из видео файла, можно приступить к обработке этих кадров. Для построения RGB гистограмм воспользуемся встроенным классом Chart. Гистограмма – это график статистического распределения элементов цифро-

вого изображения с различной яркостью, в котором по горизонтальной оси представлена яркость, а по вертикали – относительное число пикселей с конкретным значением яркости. Алгоритм построения RGB гистограммы следующий: из каждого пикселя изображения (рис. 1) считывается значения яркости его R, G и B составляющих и добавляются в ячейку соответствующего массива, содержащую такое же значение яркости. Затем, когда все пиксели будут обработаны, строится RGB гистограмма, в которой содержатся значения всех трех цветовых составляющих (рис. 2). Например, на гистограмме видно, что яркость зеленой составляющей у данного изображения гораздо больше, чем синей. Чтобы проверить правильность построенной диаграммы, сравним полученный результат с гистограммами, созданными для данного изображения в растровом графическом редакторе GIMP (рис. 3).



Рис. 1. Исследуемое изображение

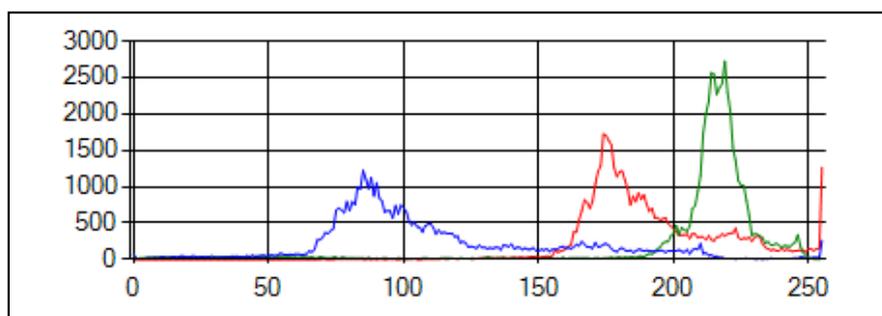


Рис. 2. полученная алгоритмом RGB гистограмма

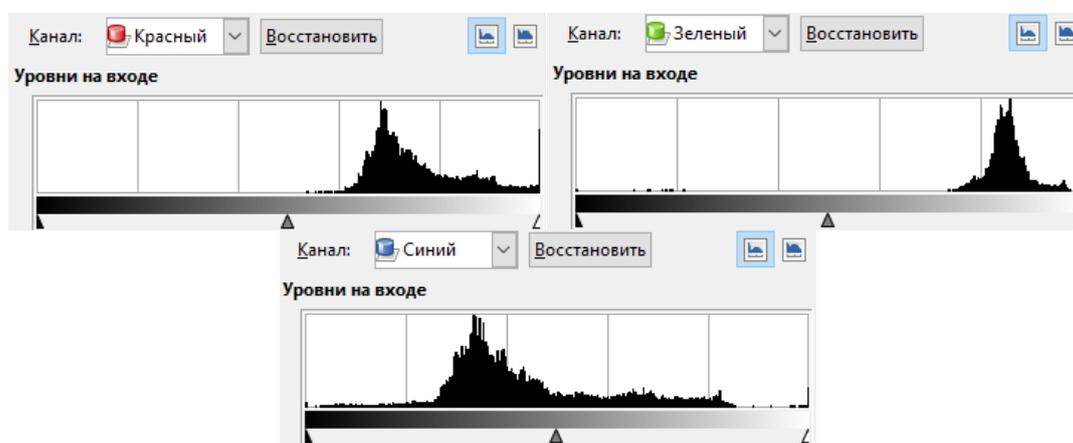


Рис. 3. RGB гистограммы, полученные в редакторе GIMP

### Заключение

Данная программа находится на стадии разработки. В дальнейшем с помощью нее можно будет динамически извлекать кадры из файлов, создавать RGB гистограммы и анализировать их. Данная программа может быть полезна для выявления изменений на кадрах, захваченных с камер слежения или с авто-регистраторов без человеческого участия, что значительно поможет сэкономить время и финансовые ресурсы.

### Список литературы

1. AForge.NET Framework [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.aforgenet.com/framework/> (дата обращения: 14.03.2016).
2. AForge.Video.FFMPEG Namespace [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.aforgenet.com/framework/docs/> (дата обращения: 14.03.2016).
3. About FFMPEG. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ffmpeg.org/about.html> (дата обращения: 14.03.2016).

УДК 004

## АЛГОРИТМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ СПЕКТРА ШУМА ЛЕСНОГО ПОЖАРА

Сидоров В.В.

Научный руководитель: Хамухин А.А., доцент каф. ИПС ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: vladdsid@gmail.com

*There is the description of the algorithm which let us to detect wildfire more quickly.*

**Key words:** *noise spectrum of wildfire, wildfire detection.*

**Ключевые слова:** *спектр шума лесного пожара, обнаружение лесного пожара.*

Проблема раннего обнаружения лесных пожаров и быстрого их тушения, является общей для всего мира. Существует несколько разновидностей пожаров, таких как верховой пожар и низовой пожар. Скорость распространения, для которых существенно отличается. Для низового пожара скорость распространения составляет 0,5 м/мин, а для верхового от 100 до 200 м/мин, что при переводе в километры в час составит от 6 до 12 км/ч, вдобавок ветер может еще увеличить эту скорость.

Поэтому очень важно при верховых пожарах передавать данные от датчика обнаружения в центр контроля как можно быстрее.

Известны системы обнаружения пожара, которые используют анализ спектра шума лесного пожара[1].

Математически спектр шума вычисляется по известным формулам:

$$W(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) \cdot \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt,$$

$$W^*(a) = \frac{1}{B} \int_0^B |W(a, b)|^2 db .$$

Однако их вычисление сложное и требует много времени. Поэтому нами предложен алгоритм вычисления спектра шума по частям.

В качестве примера вычисление спектра идет по 10 точкам (сэмплам). Данный алгоритм можно представить в следующем виде [2]:

$$\begin{aligned} & \forall j : j \in \{1, \dots, J\}, \forall k : k \in \{1, \dots, 10\} : \\ & W(a_j, b_k) = \frac{1}{\sqrt{a_j}} \sum_{i=1}^N S(t_i) \cdot \Psi\left(\frac{t_i - b_k}{a_j}\right) \Delta t, \\ & W_1^*(a_j) = \frac{1}{B} \sum_{k=1}^{10} |W(a_j, b_k)|^2 \Delta t, \\ & TS[W_1^*(a_j)]; \\ & \forall j : j \in \{1, \dots, J\}, \forall k : k \in \{11, \dots, 20\} : \\ & W(a_j, b_k) = \frac{1}{\sqrt{a_j}} \sum_{i=1}^N S(t_i) \cdot \Psi\left(\frac{t_i - b_k}{a_j}\right) \Delta t, \\ & W_2^*(a_j) = W_1^* + \frac{1}{B} \sum_{k=1}^{10} |W(a_j, b_k)|^2 \Delta t, \\ & TS[W_2^*(a_j)]; \\ & \dots \\ & \forall j : j \in \{1, \dots, J\}, \forall k : k \in \{N-9, \dots, N\} : \\ & W(a_j, b_k) = \frac{1}{\sqrt{a_j}} \sum_{i=1}^N S(t_i) \cdot \Psi\left(\frac{t_i - b_k}{a_j}\right) \Delta t, \\ & W_m^*(a_j) = W_{m-1}^* + \frac{1}{B} \sum_{k=N-9}^N |W(a_j, b_k)|^2 \Delta t, \\ & TS[W_m^*(a_j)]. \end{aligned}$$

где  $TS$  – функция передачи данных в центр слежения.

Таким образом, данные будут передаваться в центр слежения практически непрерывно. При этом если амплитуда звуков в спектре превышает допустимый порог, то оператор в центре слежения может поднять тревогу, не дожидаясь передачи всего спектра данных. Оператор может направить бригаду на тушение пожара намного раньше, что очень важно при верховом пожаре.

Блок схема предложенного алгоритма может быть представлена на рис. 1.

Таким образом, нами предложен алгоритм, который позволяет более оперативно обнаруживать лесные пожары путем вычисления спектра шума не одним целым, а по частям.

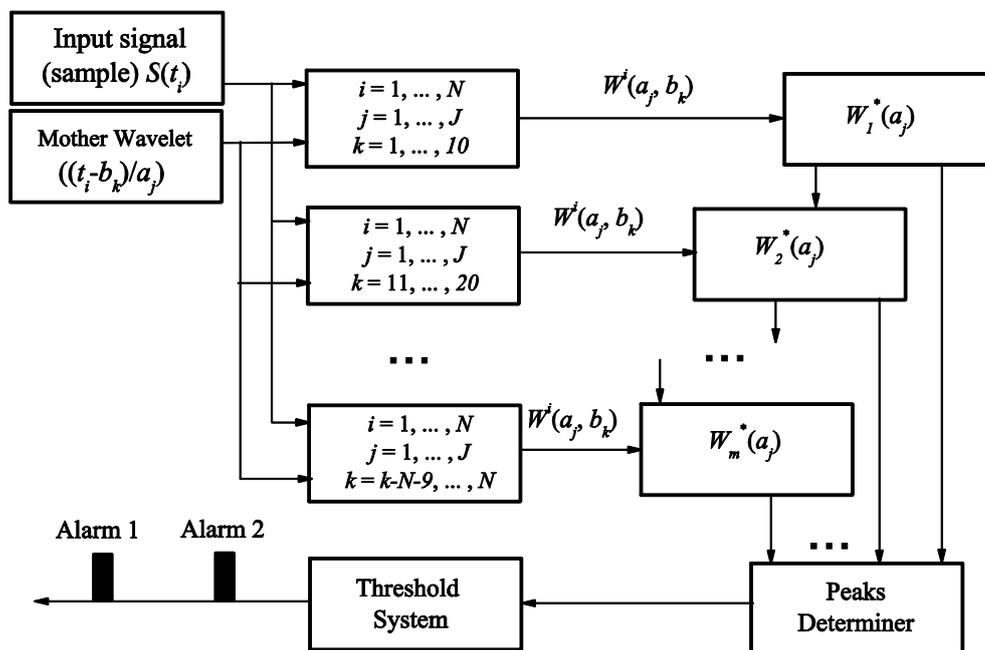


Рис. 1. Блок схема предложенного алгоритма

### Список литературы

1. Khamukhin A.A., Bertoldo S. Spectral Analysis of Forest Fire Noise for Early Detection using Wireless Sensor Networks // International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 2016, <http://ieeetpu.ru/hse/papers/023iv0w.pdf>.
2. Khamukhin A.A., Sidorov V.V. Decrease latency of Power Spectrum peaks for narrowband acoustic signal detection in real time // Proc. Int. Conf. on Mechanical Eng., Automation and Control Systems (MEACS2015), 2015, Tomsk, Russia, <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=7414891&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fstamp%2Fstamp.jsp%3Ftp%3D%26arnumber%3D7414891>.

УДК 004

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Скопченко А.А., Дорофеев В.А.  
Научный руководитель: Дорофеев В.А.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: just.irishman@gmail.com

The article analyzes the methods of face recognition. The report aims to show the advantages and disadvantages of different methods. This will help in the writing of various face recognition software.

**Key words:** Face recognition, neural network, methods face recognition.

**Ключевые слова:** Распознавание лиц, нейронная сеть и методы распознавания лиц.

Распознавание лиц на сегодняшний день является одним из популярных и развиваемых направлений в кибернетике. Сегодня технология распознавания лиц применяется в различных сферах: государственная безопасность (выявление нарушителей по имеющейся базе, пропуск на режимный объект и т. д.), маркетинг (анализ эмоций пользователя для выявления заинтересованности в той или иной рекламе), мобильные приложения (гримировка под различных персонажей) и др.

На данный момент существует множество различных методов по данной технологии. Данная статья содержит анализ различных методов, их плюсы и минусы и призвана облегчить программисту выбор метода при разработке приложения на основе распознавании лиц.

Для начала следует выделить общий процесс обработки лица при распознавании [1] (рис. 1).

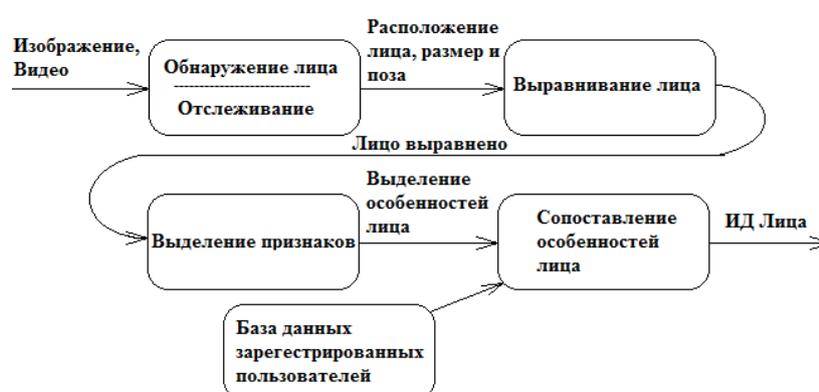


Рис. 7. Общий процесс обработки лица

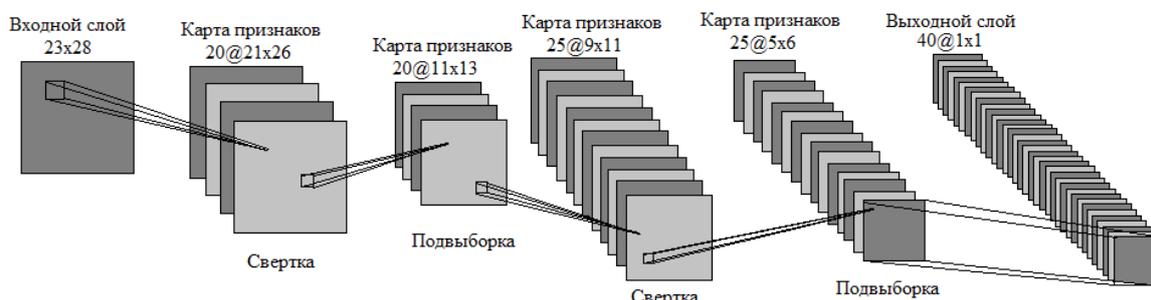
На рисунке видно, что сначала производится обнаружение лица, его расположение и размер. Далее происходит выравнивание лица, определение его признаков и выделение особенностей. На последнем этапе происходит сравнение особенностей лица с базой данных и присвоение идентификационного номера.

Популярные методы распознавания лиц:

- Сверточная нейронная сеть.
- Метод Виолы-Джонса.

### Сверточная нейронная сеть

На сегодняшний день имеется множество видов нейронных сетей. Основной особенностью нейронных сетей является ее обучаемость. Обучение нейронной сети происходит с помощью готовых примеров. В процессе обучения извлекаются ключевые признаки, и строится взаимосвязь между ними. После этого обученная нейронная сеть может применить полученный в процессе обучения опыт, для того, чтобы распознать ранее неизвестный объект. Сверточная нейронная сеть показывает наилучшие результаты в области распознавания, но считается наиболее сложной для реализации. Сверточная нейронная сеть может учитывать двумерную топологию изображения. Основные особенности данной сети: общие веса (определение лица в любом месте на изображении), локальные рецепторные поля (участок с рецепторами двумерно связанных нейронов) [2]. Эти особенности обеспечивают устойчивость к различным искажениям (смещение, изменения масштаба и т. д.). Пример архитектуры сверточной нейронной сети представлен на рис. 2.



*Рис. 8. Архитектура сверточной нейронной сети*

Недостатки: трудная реализация, переобучение при добавлении эталонного лица в базу данных.

### Метод Виолы-Джонса

Данный метод используется для поиска объекта на изображении в реальном времени и при этом обладает очень низкой вероятностью ложного срабатывания. Данный алгоритм использует признаки Хаара (для поиска нужного объекта), AdaBoost [3] («бустинг-усиление») – алгоритм усиления классификаторов (необходим для выбора наиболее подходящих признаков объекта на изображении), так же применяется каскады признаков (откидываются окна, где не найден объект). Преимущества данного метода: хорошо распознает лица повернутых на угол до 30 градусов, но, если угол больше, эффективность данного метода стремится к нулю. В связи с этим эффективно распознавать лицо человека, расположенное под произвольным углом, становится невозможно и данный метод не подходит под требования современных наблюдательных систем.

### Основные проблемы при распознавании лиц

Можно выделить две проблемы:

- Проблема освещения.
- Проблема положения головы в пространстве.

Для проверки данных алгоритмов ученые из США разработали программу FERET. Тестировали не только вышеописанные алгоритмы, но и множество других методов. Эффективность их примерно одинакова, и составляет 90 % [4] для снимков, сделанных в одном месте и на одинаковую аппаратуру. При использовании различной аппаратуры и различного освещения эффективность падает на 10 % [4]. Если с момента последнего снимка проходит около года, то процент распознавания уменьшается до 50 % [4].

### Список литературы

1. Introduction to Face Recognition // Информационный портал «what-when-how». URL: <http://what-when-how.com/face-recognition/introduction-to-face-recognition-part-1/> (дата обращения: 13.03.2016).
2. Применение нейросетей в распознавании изображений // Информационный портал «Geektimes». URL: <https://geektimes.ru/post/74326/> (Дата обращения: 14.03.2016).
3. Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones) // Информационный портал «Хабрахабр». URL: <https://habrahabr.ru/post/133826/> (Дата обращения: 14.03.2016).
4. Информационно техническая лаборатория «Face Recognition vendor Test». URL: <http://www.nist.gov/itl/iad/ig/frvt-home.cfm> (Дата обращения 16.03.2016).

УДК 004

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ЗАЩИЩЁННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНОЙ КРИПТОСИСТЕМЫ

Смалёха М.В.

Научный руководитель: Рейзлин В.И. к.ф.-м.н., доцент

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: mvs17@tpu.ru

*This article describes the process of creation hybrid cryptosystem. Also considered the creation of extensions for the browser.*

**Ключевые слова:** веб-приложение, криптография, гибридная криптосистема, расширения для браузера.

**Key words:** web-application, cryptography, hybrid cryptosystem, browser extension.

Для обеспечения безопасности электронного документооборота в рамках предприятия необходимо обеспечить криптографическую защиту секретных документов от несанкционированного доступа. Существует несколько типов криптосистем: симметричные, асимметричные и гибридные.

Симметричные системы используют симметричное шифрование, и обладают следующими параметрами: высокая скорость шифрования\дешифрования данных, малое требование к вычислительным мощностям, но уязвимое место – ключ, т. к. для шифрования и дешифрования используется один и тот же ключ, и при передаче данных от клиента серверу он может быть перехвачен третьими лицами.

Асимметричные системы, которые ещё называют криптосистемы с открытым ключом, используют асимметричное шифрование. Они обладают большей надёжностью, за счёт использования публичных и частных ключей, но они требуют большее количество вычислительных мощностей, и, следовательно, времени для шифрования\дешифрования.

Гибридные системы объединяют положительные стороны обеих систем: производительность симметричной и защищённость асимметричной. Симметричный ключ используется для шифрования данных, а асимметричный – для шифрования самого симметричного ключа [1]. Схема гибридной криптосистемы представлена на рис. 1.

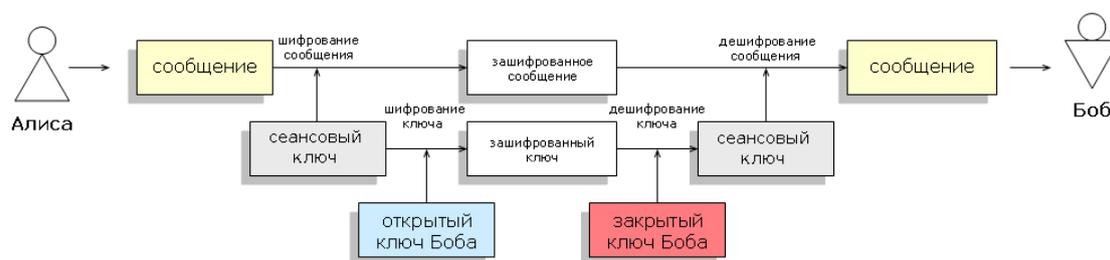


Рис. 1. Схема гибридной криптосистемы

В качестве симметричного алгоритма используется AES с длиной ключа 256 бит, в качестве асимметричного – RSA [2].

Каждый пользователь системы имеет пару ключей (публичный и приватный), причём публичный ключ пользователь должен загрузить в систему, а приватный ключ – хранить на личном съёмном носителе. Работа для пользователя с системой очень проста и интуитивно понятна. При добавлении файла пользователь выбирает других пользователей, кому будет доступен этот файл. Дальнейшие действия происходят внутри системы: создаётся сеансовый ключ AES, которым шифруется файл, и этот ключ шифруется алгоритмом RSA публичным ключом каждого выбранного пользователя. Шифрованные ключи каждого пользователя добавляются в БД, где в таблице связываются документ, пользователь, и полученный зашифрованный ключ. Благодаря этому, пользователи, у кого нет доступа к документу, его не видят.

Для автоматизации работы с системой при получении доступа к зашифрованным файлам были написаны плагины для двух популярных браузеров: Firefox и Chrome. Для того чтобы получить зашифрованный файл, необходимо вставить съёмный носитель с ключом и нажать на иконку расширения на панели браузера. Расширение находит нужный файл, считывает его, и отправляет на сервер. Схема работы расширения представлена на рис. 2. Для индикации наличия расширения в браузере используется content-script [3], который добавляет невидимый DOM-элемент, сообщающий о наличии расширения [4]. Только для браузера Chrome есть ещё прослойка в виде Chrome app, который получает команду от расширения, считывает файл, и возвращает данные расширению.

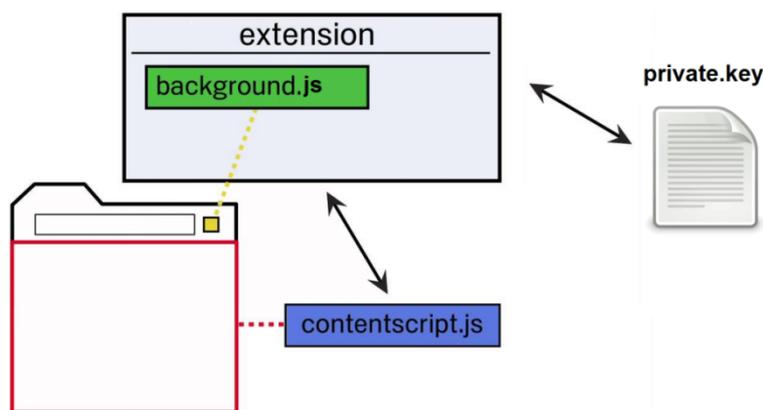


Рис. 2. Общая схема работы расширения для браузера

В результате работы был реализован прототип модуля работы с зашифрованными файлами, который поддерживает шифрование файлов, и распределение доступа к ним. Также реализованы дополнения для браузеров Firefox и Chrome, для удобной работы с системой.

#### Список литературы

1. Гибридная криптосистема [Электронный ресурс]: Википедия – свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Гибридная\\_криптосистема](https://ru.wikipedia.org/wiki/Гибридная_криптосистема) (дата обращения: 08.03.16).
2. System.Security.Cryptography – пространство имён [Электронный ресурс]: MSDN – Microsoft Developer Network. URL: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.security.cryptography> (дата обращения: 04.03.16).
3. What are extensions? [Электронный ресурс]: Официальная документация Google по разработке расширений. URL: <https://developer.chrome.com/extensions> (дата обращения: 05.03.16).
4. Extensions [Электронный ресурс]: Официальная документация Mozilla по разработке расширений. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/Add-ons> (дата обращения: 04.03.16).

УДК 004

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИТЕРАТИВНОГО ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ СКРЫТЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ И АНАЛИЗА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Сорокин В.А., Рохмистров Д.С., Ботыгин И.А.

Научный руководитель: Ботыгин И.А.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,**634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30**E-mail: qwertvasilii@gmail.com*

*An algorithm of allocation structures in the initial geophysical field, allowing for the spatial characteristics of the test decompose space into regions with a similar behavior of the studied parameters. The algorithm is based on the structuring of the various expansions (season, anomaly, and so on. D.) Geophysical fields, and provides a variety of information about the object as a parameter set selected structures.*

**Key words:** *cluster analysis, parallel computing, meteorological data, big data.*

**Ключевые слова:** *кластерный анализ, параллельные вычисления, метеорологические данные, больше данные.*

Кластерный анализ – задача разбиения заданной выборки объектов на непересекающиеся подмножества, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались [1]. Применение кластерного анализа в общем виде сводится к следующим этапам:

- отбор выборки объектов для кластеризации;
- определение множества переменных, по которым будут оцениваться объекты в выборке;
- вычисление значений меры сходства между объектами;
- применение метода кластерного анализа для создания групп сходных объектов;
- представление результатов анализа [2].

Предметом исследования в данной статье является набор данных среднемесячной температуры, полученных за 55 лет на 333 метеостанциях. Среднемесячные изменения таких данных за исследуемый период формируют колебательный процесс с квазипериодом в один год. Для описания характера погоды представляют интерес температурные изменения, отклоняющиеся от годового цикла. Однако их непротиворечивое выделение затруднено [3].

Для расчета фаз каждого температурного ряда был реализован алгоритм: входные данные в виде температурного ряда интерполируются сплайном до размера массива равному степени двойки (функция Spline), далее применяется алгоритм быстрого преобразования Фурье (FFT), далее используется фильтрация окном для отсека помех (Filtration) и применяется обратное преобразование Фурье (IFFT), далее с помощью преобразования, основанного на арктангенсе отношения действительной части к мнимой части полученного аналитического сигнала получается фаза ряда (Tangent), полученная фаза на данном этапе представляет собой главные значения функции  $\arctg$  в пределах годового периода, следующий этап алгоритма – вычисление непрерывной функции фазы на всем интервале наблюдения (Linking), затем из полученной функции вычитается линейная составляющая (LineDiff), после чего на выходе получают фазовые флуктуации данного температурного ряда.

На рис. 1 приведена общая блок-схема расчета типовых фаз. Вычисленные фазы для каждой из групп подаются на вход узла CorrTable, где высчитывается попарный коэффициент корреляции. На следующем этапе полученная таблица корреляции фаз передается в узел CorrComparison. Здесь формируются группы из тех температурных рядов, которые имеют с формирующим группу рядом коэффициенты корреляции выше заданного уровня  $g$ . На основе сформированных групп в узле AvPhasesCalc рассчитываются типовые фазы текущей итерации как среднearифметическая оценка первого уровня.

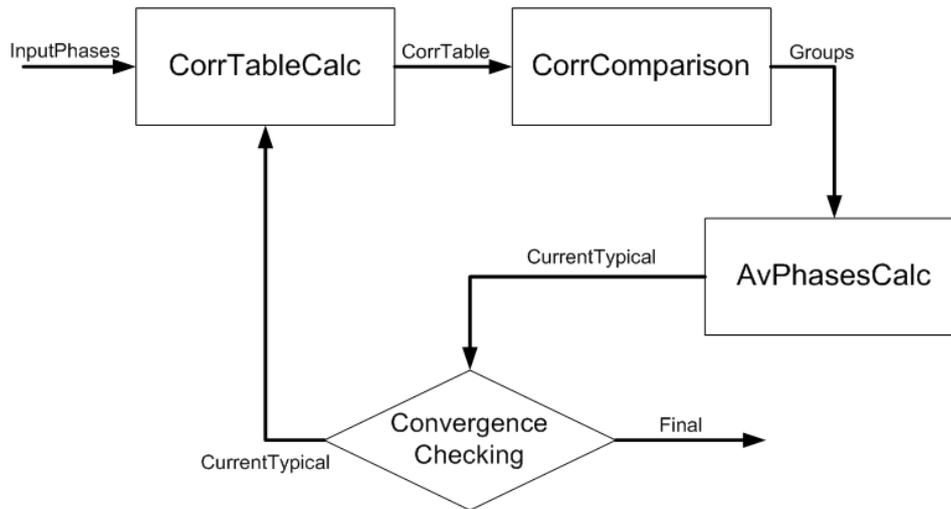


Рис. 1. Общий алгоритм расчета типовых фаз

Все вычисления алгоритма делятся на два этапа: подготовительная часть – расчет фазы температурных рядов, основная часть – фазовая группировка.

В общем случае параллельное вычисление, основанное на модели MapReduce, представлено на рис. 2.

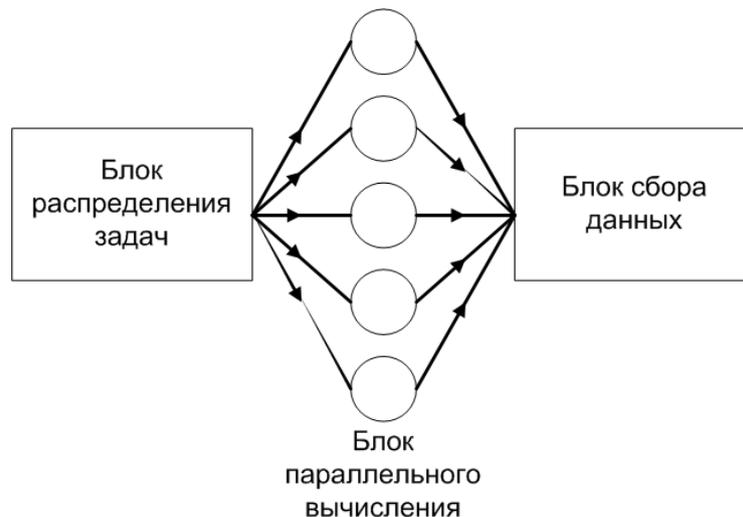


Рис. 2. Общая блок-схема параллельного расчета

Таким образом блок распределения задач распределяет входные данные по доступным мощностям для параллельного расчета фазы температурных рядов, после чего полученные результаты на каждом узле собираются в блоке сбора данных и подготавливаются для дальнейшего анализа.

Для параллельного расчет фазовой группировки, так как этот процесс (рис. 1) итеративен, на каждой итерации используются данные, полученные на предыдущем этапе, что значит, что параллельное выполнение всего блока невозможно.

На данном этапе представляется возможным параллельное вычисление внутри алгоритма. Выделим на блок-схеме фазовой группировки этапы, подходящие для распределения цветом (рис. 3), в каждом таком блоке подразумевается использованием общей схемы параллельного расчета (рис. 2).

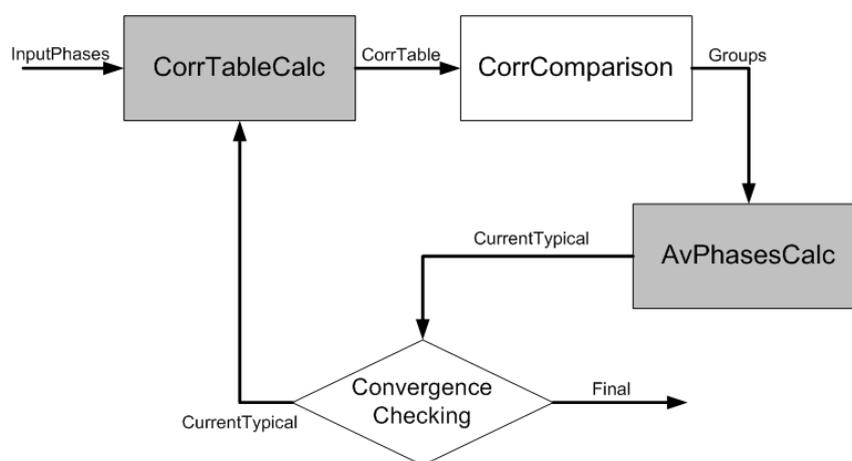


Рис. 3. Распараллеливание этапа расчета фазовой группировки

Таким образом, на каждой итерации расчет таблицы корреляции может быть распределен между доступными вычислительными мощностями, затем, после сбора полученные данных в единую таблицу, на основе анализа итоговой таблицы возможно параллельное вычисление типовых фаз.

### Список литературы

1. Кластеризация // MachineLearning.ru URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Кластеризация> (дата обращения: 26.02.2016).
2. Обзор алгоритмов кластеризации данных // Хабрахабр URL: <https://habrahabr.ru/post/101338/> (дата обращения: 26.02.2016).
3. Волков Ю.В., Тартаковский В.А. Региональная группировка данных, полученных на метеостанциях Евразии // Энергетика В.А. Эффективность, надежность, безопасность. – Томск: ООО «СКАН», 2013. – С. 177–178.
4. Вакман Д.Е., Вайнштейн Л.А. Амплитуда, фазы частота – основные понятия теории колебаний // Успехи физических наук. – 1977. – № 123. – Вып. 4. – С. 657.

УДК 004

## ОБЗОР МЕТОДОВ ВЕКТОРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Степура Л.В., Дёмин А.Ю.

Научный руководитель: Дёмин А.Ю., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,**634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30**E-mail: blueberry7251@gmail.com*

*This article describes the basic principles vectorization of image and gives basic definitions of such area. There is an overview of existing algorithms of vectorization.*

**Key words:** *vectorization of image, raster to vector, bitmap image, vector image.*

**Ключевые слова:** *векторизация изображения, преобразование растрового изображения в векторное, растровое изображение, векторное изображение.*

Под векторизацией изображения понимается процесс преобразования из растрового вида информации в векторную модель представления. Векторное представление, в данном случае предполагается набор кривых – векторов и совокупность различных набора кривых, которые однозначно описывают изображение.

В настоящее время разработано множество алгоритмов перевода изображений в векторную форму. Одним из основных (классических) методов является распознавание на основе эталонных изображений, но этот метод больше подходит под распознавание текстов. Для векторизации изображений необходимы более сложные методы.

Все существующие методы векторизации изображения разделены на три этапа. На первом этапе происходит сегментация – разбиение исходного изображения на несколько фрагментов, каждый из которого включает объекты только одного класса, то есть линии, текст и так далее. На втором этапе происходит процесс векторизации. В результате этого получается модель раstra, состоящая из соединённых друг с другом точек, которая моделирует границы и линии площадных объектов изображения. На конечном, третьем этапе, происходит обработка результатов полученного изображения с целью повышения качества итогового векторного изображения.

Основные различия алгоритмов заключаются во втором этапе векторизации – процессе векторизации. Здесь происходит выделение осевых линий. В [3] автор выделяет пять основных и две дополнительные группы алгоритмов:

Основанные на утоньшении линий. В других источниках данный метод известен как алгоритм приведения к центральной оси или скелетизация. Скелет (по Пфлацу и Розенфельду) – множество всех точек – центров окружностей, помещенных внутри объекта и имеющих максимально возможные радиусы.

Существует несколько алгоритмов, реализующих нахождение скелета. Алгоритмы, основанные на стирании слоев, решают задачу путем итеративного стирания пикселей на границе объекта до получения линии одинарной толщины, ибо путем нахождения границ объекта, аппроксимации их ломаными, которые затем рассматриваются как фронт распространения «внутри объекта» плоской волны. Также существуют неитеративные методы построения скелета, которые основываются на определении скелета Пфлаца и Розендольфа, которые определяют его как множество центров максимальных кругов, помещенных внутри объекта.

Основанные на сопоставлении контуров. В данном методе предполагается, что изображение содержит в основном прямые линии. Производится аппроксимация отрезками границ между объектами. После этого для каждого отрезка производится попытка нахождения другого параллельного ему отрезка, ограничивающего область такого же цвета, который находится на расстоянии меньше максимальной ширины линии. После нахождения двух сторон линии, построение осевой линии будет простейшей задачей.

Основанные на графах объектных штрихов. В данном методе предполагается, что на основе последовательного просмотра изображения и анализа последовательностей объектных пикселей в столбцах и строках растра построить компактное топологическое векторное представление растрового изображения.

Для реализации данного алгоритма было введено понятие штриха как последовательности объектных пикселей, которые расположены последовательно в одной строке или в одном столбце, ограниченными с обеих сторон фоновыми пикселями. Номер столбца, в котором расположен вертикальный штрих или номер строки, у которой есть горизонтальный штрих, называется ортогональной координатой штриха. После нахождения всех объектных штрихов, происходит поиск объектных ребер, которые рассматриваются в качестве последовательностей смежных штрихов. Найденные объектные ребра приводятся к линиям одинаковой толщины.

Основанные на разбиении изображения регулярной сеткой. В данном методе предполагается, что все изображение покрывается регулярной сеткой и анализируются лишь пиксели растра на пересечении с линиями сетки. Содержимое ячейки сетки ставится по конфигурации данных пересечений с участием предопределенного множества шаблонов. Оставшиеся не определенные ячейки будут обработаны алгоритмом скелетизации или дальнейшим рекурсивным делением.

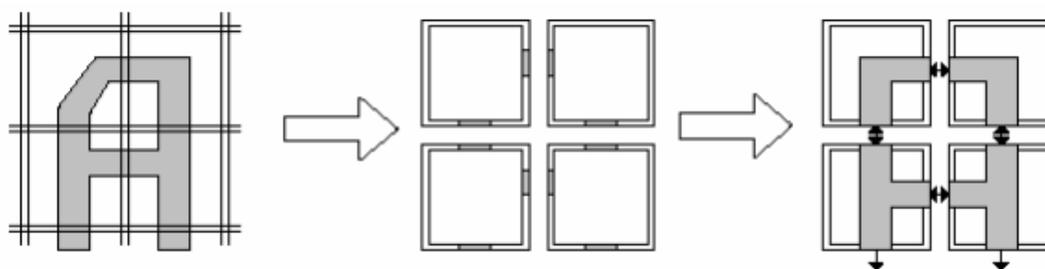


Рис. 1. Исходное изображение, разбиение его на квадраты и замена квадратов шаблонами

Основанные на разреженном просмотре растра. В данном алгоритме происходит обработка только объектных пикселей, которые необходимы для построения корректной векторной модели изображения. Это реализуется с помощью МИС-алгоритма, по-другому алгоритм «максимально вписанных окружностей» (прямая линия рассматривается как прямоугольник, у которого имеются определенные свойства, на которых и основывается метод. Алгоритм ищет пиксели, которые являются центрами вписанных окружностей, но только таких что границы окружности касаются трех сторон прямоугольника. После того, как центр был найден, находятся две диаметрально противоположные точки касания окружности с фоном, определяется толщина линии, как длина отрезка, соединяющего эти точки. Затем ищем начало и конец сегмента как максимально удаленные точки от найденного центра вписанной окружности) и OZZ-алгоритма (восстанавливает среднюю линию объекта следуя траектории пучка света, который отражается от внутренних границ и перемещающийся вдоль данного объекта. В результате, средняя линия будет восстановлена в виде ломанной с узлами на середине траектории пучка между отражениями).

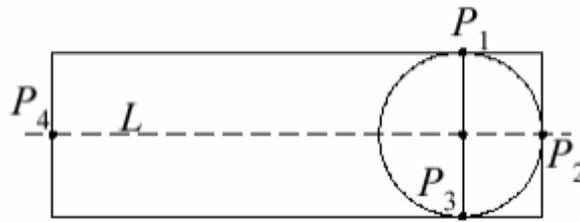


Рис. 2. MIC-алгоритм

Дополнительные:

Основанные на преобразованиях Хафа. Назначение преобразования Хафа состоит в том, чтобы выделить на изображении группы точек, которые образуют те или иные геометрические фигуры (окружности, прямые, эллипсы и др.), и найти параметры данных объектов. Различают три алгоритма преобразования Хафа: для нахождения прямых линий, для нахождения окружностей и обобщенное преобразование (с помощью него можно искать фигуры произвольной формы).

Основанные на аппроксимации объектов раstra площадными геометрическими фигурами. В данном алгоритме все объекты, изображенные на исходном растре, аппроксимируются наборами многоугольников, имеющих простую геометрическую структуру: квадратами, трапециями, прямоугольниками и т. п. после этого в зависимости от характеристик построенных многоугольников, часть из них полагается аппроксимирующей площадные объекты, а оставшиеся части – линейные. Так как многоугольники имеют простую структуру, то достаточно построить векторные модели границ площадных объектов и осевых линий линейных объектов.

Сравнительное изучение вышеописанных алгоритмов позволило сделать вывод о том, что методы скелетизации являются наиболее универсальными способами получения осевых линий, в отличие от методов сопоставления контуров, разбиение изображения регулярной сеткой, разреженного просмотра раstra, а так же методах основанных на графах объектных штрихов, так как позволяют без специальных ухищрений получать осевые линии не только прямых линий, но и произвольных линейчатых растров. Но так же у данного алгоритма есть минусы: достаточно большая трудоёмкость и ориентированность на бинарные растры, и что в результате сегментации получают две векторные модели, которые нуждаются в процессе совмещения. Для преодоления данных недостатков был разработан алгоритм векторной скелетизации, которые позволяет одновременно классифицировать объекты на линейные и площадные и получать единую векторную модель, которая не требует дополнительных усилий по «сшивке» объектов.

### Список литературы

1. Розенфельд А. Распознавание и обработка изображений с помощью вычислительных машин: пер. с англ. – М.: Мир, 1972. – 230 с.
2. Yali A. 2D Object Detection and Recognition Models / A. Yali // The MIT Press Cambridge, Massachusetts London. 2002. – 325 p.
3. Новиков Ю.Л. Эффективные алгоритмы векторизации растровых изображений и их реализация в геоинформационной системе. Дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. – Томск: Томский гос. кн-т. – 2002.
4. Абламейко С.В. Метод выделения средней линии объектов бинарных изображений // Автоматизация процессов проектирования. – Минск: ИТК АН БССР, 1982. – Вып. 4. – С. 128–133.

УДК 004

## РЕНДЕРИНГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Султангузин М.Ф., Рейзлин В.И.

Научный руководитель: Рейзлин В.И., доцент, к.ф-м.н.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: sultanguzinmarat@gmail.com

*This article includes a comparison of rendering 3D models in three different systems: a personal computer, render farm, cloud computing*

**Ключевые слова:** облачные вычисления, рендеринг.

**Key words:** cloud computing, rendering, 3d modeling.

### Введение

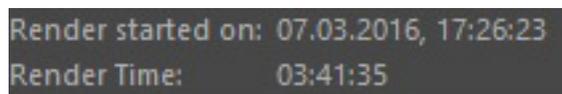
На сегодняшний день в сфере информационных технологий широкое развитие получили облачные вычисления. Облачные вычисления имеют широкую сферу применения, одной из актуальных на сегодняшний день является облачный рендеринг. Рендеринг – это термин компьютерной 3D графики, которым обозначают процесс визуализации, или построения изображения, модели с помощью компьютерной программы [1]. Сегодня компании чаще всего для этих целей используют рендер-фермы, которые являются собственностью компании, либо сторонние рендер-фермы. Рендер-ферма – это компьютерный кластер для рендеринга компьютерной графики с помощью автономной пакетной обработки [2]. В облаке в отличие от рендер-фермы, вам выделяется не ресурс, а целая операционная система, выполняемая как виртуальная среда. Каждой такой системе выделяется до 100 % ресурсов машины (инстанса) на которой она выполняется. В случае нехватки ресурсов, можно использовать несколько инстансов с одинаковыми конфигурациями для распределённого рендеринга и тем самым увеличить скорость рендеринга в несколько раз [3].

**Постановка задачи.** Чаще всего компании используют облачный рендеринг или рендер фермы для просчета больших и тяжелых 3D изображений или сцен. В своём эксперименте мы просчитаем одно статическое изображение на домашнем компьютере, на сторонней рендер-ферме и в облаке. В качестве 3D редактора воспользуемся программой Cinema4D R16, для распределённого рендеринга – Cinema4D TeamRender. Мощность компьютера измерим при помощи бенчмарка Cinebench R15 [4].

### Рендеринг в различных системах

Для начала попробуем просчитать картинку на домашнем компьютере, который имеет следующие параметры: процессор: Intel Core i7-4770, 3.4 GHz; 16 GB RAM. Результаты теста Cinebench R15: 739 scores.

В результате время рендеринга получилось равным **3 ч 42 мин** (рис. 1).



```
Render started on: 07.03.2016, 17:26:23
Render Time:      03:41:35
```

Рис. 1. Рендеринг на домашнем компьютере

В качестве рендер-фермы воспользуемся одной из самых мощных на сегодняшний день рендер-фермой под названием RebusFarm. В распоряжении RebusFarm 1500 серверные единицы, имеющие общую вычислительную мощность: 49440 GHz, а суммарный показатель CineBench R15: 2 230 000 scores.

Время рендеринга 3D модели на 50 серверах компании составило **6 минут**, при этом стоимость рендеринга по тарифу экономный составила: **\$4** (рис. 2), при этом на тарифе премиум (без очередей) стоимость составит: \$6,79.

<b>Итого</b>	3,65 EUR	4,02 USD
Render time on your workstation:		3,70 h
Render time on RebusFarm (50 nodes):		0,10 h

*Рис. 2. Рендеринг на рендер-ферме RebusFarm*

Перейдём к облачному рендерингу. В качестве облачного провайдера воспользуемся услугами одного из самых популярных провайдеров в мире с большим функционалом Amazon EC2.

Для создания виртуальной машины мы выбрали следующий инстанс:

- тип инстанса: g2.2xlarge;
- цена в регионе N.Virginia в режиме spot price: \$0.43 в час;
- процессор: Intel Xeon CPU E5-2670 @2.6GHz, 32 ядра;
- оперативная память: 60 GB RAM;
- результаты теста Cinebench R15: 1931 scores.

При помощи TeamRender создадим ферму из 10 инстансов с вышеописанными характеристиками для распределённого рендеринга. Процесс запуска такой конфигурации занимает 10–15 минут. При этом конфигурация практически идеальная, так как все ноды имеют идентичное программное и техническое обеспечение, локальная сеть при этом имеет скорость 10 Gbit. Результаты теста Cinebench R15 такой системы составили 19120 scores.

Время распределённого облачного рендеринга составило **10 минут** (рис. 3), при этом стоимость аренды созданного кластера составила **\$4.3** в час.

```
Render started on: 09.03.2016, 18:38:27
Render Time: 00:10:05
```

*Рис. 3. Облачный рендеринг на серверах Amazon EC2*

### Результаты работы

Из проведенного выше эксперимента видно, что наиболее выгодно использовать рендер-ферму по соотношению цена-качество, но следует учесть тот факт, что при использовании облачного рендеринга мы арендуем сервера на 1 час, а рендер длится всего 10 минут, то есть мы можем просчитать 4 таких модели (при учёте развёртывания системы в 15–20 минут).

### Выводы

Несомненно, использование облачного рендеринга имеет ряд преимуществ. Во-первых, облако не ограничивает нас в наборе программного обеспечения, мы можем установить любую программу в отличие от коммерческих рендер-ферм, имеющих в своём распоряжении только определённый набор программ. Во-вторых, облако гарантирует нам практически

100 % работоспособности и оплаты по мере пользования ресурсом. В-третьих, на облаке приняты меры безопасности и можно не бояться утечки информации. В-четвертых, мы можем использовать хоть 1000 компьютеров, объединённых в единый кластер с огромной мощностью. В-пятых, ценовая политика: по спотовой цене можно арендовать мощные машины за очень маленькую оплату. К минусам можно отнести небольшие сложности при развёртывании кластера для распределённого рендеринга.

Конечно, если компания имеет постоянный поток файлов на рендер и может себе позволить собственную рендер-ферму, то это будет наилучший вариант и рендер-ферма спустя какой-то промежуток времени окупится. Для фрилансеров и небольших компаний облачный рендеринг, на мой взгляд, является оптимальным и самым подходящим вариантом.

### Список литературы

1. Что такое рендеринг, и кто этим занимается? // Электронный портал Render. URL: <http://render.ru/> (дата обращения: 03.03.2016).
2. Рендер-ферма // Свободная энциклопедия Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 05.03.2016).
3. Рендеринг в облаке // LabEG – CG Generalist. URL: <http://labeg.ru/> (дата обращения: 7.03.2015).
4. Cinema4D, TeamRender, Cinebench R15 // MaxoN – 3D for the world. URL: <http://www.maxon.net/> (дата обращения: 09.03.2015).

УДК 004

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ WPF

Тестов М.А., Дёмин А.Ю.

Научный руководитель: Дёмин А.Ю., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: mat11@tpu.ru*

*This article includes the description of the program development for drawing surfaces. The program uses WPF technology*

**Key words:** *WPF, surface, 3D.*

**Ключевые слова:** *WPF, поверхность, 3D графика.*

WPF (Windows Presentation Foundation) – система для построения клиентских приложений Windows с визуально привлекательными возможностями взаимодействия с пользователем. Графической технологией, лежащей в основе WPF, является DirectX, который обеспечивает более высокое качество и производительность, чем Windows Forms [1].

Поверхность – двумерное топологическое многообразие. Примерами поверхностей являются границы геометрических тел в обычном трёхмерном пространстве [2]. Концепция поверхности применяется в физике, инженерном деле, компьютерной графике и прочих областях при изучении физических объектов. Например, анализ аэродинамических качеств самолёта базируется на обтекании потоком воздуха его поверхности.

Основным строительным блоком в WPF является треугольный mesh. С каждым треугольным блоком связаны такие характеристики, как положение его вершин нормаль. Нормаль – это вектор перпендикулярный плоскости треугольника. Вершины и нормали перечисляются по часовой стрелке. От количества треугольников зависит и качество построенной поверхности: чем больше треугольников, тем более гладкой поверхность будет. Время построения также увеличивается.

Начало системы координат при работе с 3D графикой находится в центре сцены, в отличие от 2D, где начало в левом верхнем углу. Отображает графическое содержание сцены класс Viewport3D.

Так как представление 3D объектов на экране это фактически двумерные проекции, то следует выбрать точку наблюдения, от которой и будет зависеть вид объекта. В WPF эту точку помогает указать класс camera.

Программа может строить поверхности, заданные явным способом или параметрическим способом. При явном способе задания поверхности программа строит график функции от двух переменных:  $y = f(x, z)$ . При параметрическом способе каждая координаты  $x, y, z$  сами являются функциями.

Данная программа использует метод координат построения поверхности. Метод заключается в том, что поверхность будет строиться из  $m \times n$  вершин. Сначала программа вычисляет координаты вершины, создавая новый объект класса Point3D и занося его в двумерный массив таких элементов. Следующим шагом программа проходит по этому массиву и создаёт два треугольника из четырёх вершин (рис. 1). Процесс выполняется пока массив не закончится.

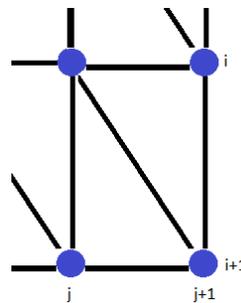


Рис. 1. Процесс построения поверхности

В программе процесс построения выглядит следующим образом:

```

Point3D[] p = new Point3D[4];
for (int i = 0; i < N - 1; i++)
{
  for (int j = 0; j < n - 1; j++)
  {
    p[0] = points[i, j];
    p[1] = points[i + 1, j];
    p[2] = points[i + 1, j + 1];
    p[3] = points[i, j + 1];
    drawTriangle(p[0], p[1], p[2], color, mainViewport);
    drawTriangle(p[2], p[3], p[0], color, mainViewport);
  }
}

```

Результат построения поверхности заданной функцией  $y = \sin(x^2+z^2)$  представлен на рис. 2.

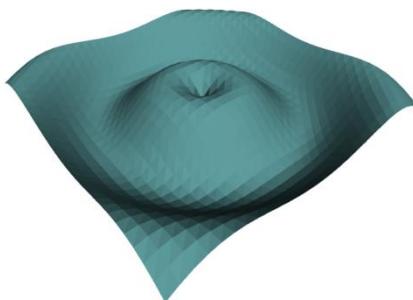


Рис. 2. Результат построения поверхности

### Заключение

Данная программа будет полезна для математиков и студентов, так как может наглядно показать любую поверхность. Перспективой развития работы является возможность построения сложных 3D предметов, таких как детали механизмов, роботов, сложных биологических объектов.

### Список литературы

1. Мэтью Мак-Дональд. WPF: Windows Presentation Foundation в .NET 3.5 с примерами на C# 2008 для профессионалов = Pro WPF in C# 2008: Windows Presentation Foundation with .NET 3.5. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2008. – С. 25.
2. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Аналитическая геометрия. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 240 с.

УДК 004

## АНАЛИЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ СКРЫТИЯ ДАННЫХ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ ФОРМАТА BMP

Чан ТхюиЗунг

Научный руководитель: Вичугова А.А., к.т.н., доцент кафедры АиКС

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: bluesky25792@gmail.com

*The article describes the questions to hide data in image files BMP format. The idea of image processing algorithms and the result of the program implementation are presented*

**Key words:** BMP, CPTE algorithm, MCPTE algorithm, 24-bit

**Ключевые слова:** BMP, алгоритм CPTE, алгоритм MCPTE, 24-х битовых

### Введение

В современном быстро меняющемся мире эффективность работы с информацией является одним из важнейших факторов успеха. Защита конфиденциальной информации получила

особенную актуальность в связи с большим количеством атак на коммуникативные средства связи и на данные, хранимые на различных видах электронных носителей. Как правило, деятельность предприятия зависит от уровня развития ее информационных систем и технологий, а также методов и средств защиты информации. Именно поэтому вопрос о защите персональных данных имеет не меньшую значимость и актуальность, чем, например, план по стратегическому развитию предприятия. Существует два способа защиты информации: криптографический и стеганографический. Стеганография – это способ скрытой передачи информации путём сохранения в тайне самого факта передачи.[1] В рамках статьи мы будем исследовать способ стеганографии на примересокрытие данных в изображенияхформата BMP.

### Теоретическая часть

BMP – это стандартный формат графических файлов Windows.Этот файл состоит из четырех частей:заголовка,информационного заголовка, таблицы цветов и данных изображения.Основной особенностью графических файлов формата BMP, в частности 24-х битовых изображений, является их способность скрывать внутри себя большие объемы дополнительной информации без особых потерь качества.

Для сокрытия информации в изображении BMP, будем использовать алгоритм СРТЕ. Предоставим бинарное изображение размером:  $m*n$ . В алгоритме используются 4 вида исходных данных: бинарная матрица  $F$ , бинарная ключевая матрица  $K$ , матрица весов  $W$  (значение элементов матрицы  $W$  принадлежат множеству  $\{1,2,\dots,2r\}$ , где  $r = \log_2(m*n)$ ), и последовательность битов  $b$ , которые необходимо скрыть в матрице  $F$ . Важно отметить, что алгоритм СРТЕ нельзя использовать, если все элементы матрицы  $F$  одинаковые (равны 1 или 0).

Идея алгоритма:инвертируем значения битов матрицы  $F$  (1->0 или 0->1), количество инверсий не более 2 раз. Если  $S$  равно  $b \bmod 2(r+1)$  тогда инвертировать биты в матрице  $F$ не нужно. В результате этого действия получим матрицу  $S'$ , значение которой увеличивается на  $\alpha$ :

$$S' = S + \alpha = b \bmod 2(r+1),$$

где  $T = F \text{ (xor) } K$  и  $r = \lceil \log_2(m*n) \rceil$ ,  $S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n T * W \bmod 2^{r+1}$ .

В итоге матрица  $m*n$  может скрыть максимум  $\lceil \log_2(mn) \rceil$  битов с высокой безопасностью. Но при этом возникает задача улучшения качества изображения. Например, матрица  $F$  превратилась в  $F'$  или  $F''$ , как показано на рис. 1.

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad F' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad F'' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Рис. 1. матрица  $F$  превратилась в  $F'$  или  $F''$

Качество матрицы  $F'$  выше, чем  $F''$ , потому что в  $F''$  белый пиксел, значение которого равно 1, находится в окружении черных, равным 0. Для дальнейшего улучшения качества изображения следует использовать алгоритм МСРТЕ, основанного на вычислении расстояния между матрицами:

$$d(F)_{ij} = \min \{ \sqrt{(i-x)^2 + (j-y)^2} \}.$$

Кроме этого, необходимо отметить на вопрос «В каком изображении сохранилась информация?». Для этого, следует удалить один бит в последовательности битов  $b$ . После этого качество изображения повысится.

Алгоритмы СРТЕ и МСРТЕ очень эффективны для 24-х битовых изображений. Каждая точка изображения содержит 24-бита (8 бит описывают красный цвет, 8 бит – зеленый и 8 бит – синий). Необходимо выбрать последний бит в каждой точке изображения. Для 24-х битового изображения будут выбраны 3 бита и получится битовую матрицу, изменение которой будет незаметно визуально, в отличие от 8-битового изображения.

### Практическая часть

Вышеописанные теоретические положения были реализованы на практике в виде программного приложения «Скрытие информации в изображении формата BMP». Приложение разработано в среде Microsoft Visual Studio 2012 на языке программирования С#. Результат сокрытия данных показан на рис. 2 и 3. Визуально оба изображения выглядят одинаково, однако изображение на рис. 3 содержит новую скрытую информацию.



Рис. 2. Исходное изображение 24-х



Рис. 3. Выходное изображение 24-х

### Список литературы

1. Стеганография. Скрытие информации в изображениях [Электронный ресурс]. URL: <http://xain.hackerdom.ru/zine/online/issue0/Steganography.html>
2. BMP [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/BMP>

УДК 004

## ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ 3D АНИМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Толстых А.В., Демин А.Ю.

Научный руководитель: Демин А.Ю., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: avt37@tpu.ru*

*This article describes popular software for creation 3D models, sphere of application and their further use*

**Key words:** *three-dimensional modeling, 3D modeling, three-dimensional simulation, 3D model, graphic, visualization, animation*

**Ключевые слова:** *трехмерное моделирование, 3D модель, графика, визуализация, анимация*

3D Моделирование – создание, манипуляция и хранение геометрических объектов, окружающих нас или воображаемых. 3D художник работает с геометрическими данными, такими как линии и изогнутые поверхности с целью создания каркасной модели, которая представляет трехмерный объект. 3D Моделью является математическое представление любого трехмерного объекта (реальный или предполагаемый) в 3D окружающей среде программного обеспечения. Поэтому процесс создания требует специализированного программного обеспечения и некоторого знания компьютерного кодирования.

Область применения 3D моделей расширяется и используется в таких сферах как: приложения и игры, для которых создаются и моделируются правдоподобные персонажи и локации; кинематограф для осуществления спецэффектов, различной сложности, и вымышленных персонажей; медицина для проектирования модели органов человеческого тела; инженерное дело для воспроизведения трехмерных моделей новых устройств, транспортных средств и структур [1].

В настоящее время рост интереса к визуализации привел к тому, что производители программных средств 3D-анимации создают более совершенные и адаптированные приложения. Новые возможности трехмерного моделирования значительно экономят время на создание персонажа в мультипликации. Программный пакет дает возможность легко придать движение и реалистичность объекту. Следует отметить широкий спектр возможностей, предоставляемый современными 3D-пакетами; простоту и дружелюбность их интерфейса, а также большую практическую область применения трехмерного моделирования [2].

Рассмотрим самые популярные и востребованные программные средства для создания 3D анимационных моделей.

Autodesk Maya – один из самых популярных и подходящих программных пакетов 3D моделирования для работы с анимацией. Данная программа предлагает универсальный инструментарий для художников, который поможет воплотить идеи с помощью моделирования, анимации, освещения и визуальных эффектов. Поэтому Maya используется в мультипликации и кинематографе для создания реалистичности.

3Ds Studio MAX следующее, наиболее используемое программное обеспечение для 3D-анимации после Maya. Данная программа также позволяет работать с анимацией, однако

наиболее эффективно применение 3Ds Max для архитектурного использования, моделирования интерьера и проектирования локаций. С этой направленностью данный программный пакет используется в игровой индустрии.

3D Lightwave другой превосходный инструмент для трехмерной мультипликации, применяемый в киноиндустрии. Данное программное обеспечение совмещает в себе современные средства визуализации с наглядным и мощным моделированием, что позволяет обеспечить визуализацию высокого качества и глобальное освещение.

Maxon Cinema 4D является универсальной комплексной программой для создания и редактирования трехмерных эффектов и объектов. Поддержка анимации и высококачественной визуализации. Отличается более простым интерфейсом, чем у аналогов, так же позволяет быстро переключаться между моделированием, анимацией и шаблонами.

ZBrush – программная среда трехмерного моделирования с уникальной технологией «скульпинга», позволяющей моделировать объекты очень высокой детализации без сильных нагрузок на аппаратное обеспечение. Эта программа способна работать с моделями, состоящими из миллионов полигонов, что невозможно с помощью других 3D-программ. Морщины, складки кожи, вмятины, чешуя – все это легко создается с помощью ZBrush [3].

Blender – общедоступный профессиональный пакет для создания трёхмерной компьютерной графики. Данный пакет поддерживает средства моделирования, анимации, визуализации, отслеживания движения, монтажа видео со звуком, а также для создания интерактивных игр. Также пригоден для создания мультипликационных фильмов, однако имеет ограниченные возможности для профессионального проектирования [4].

3D модели в дальнейшем можно импортировать в программную среду для применения в приложениях и играх. Одни из самых популярных игровых движков являются Unity, CryEngine, UDK. Игровой движок является основой любой игры, он обеспечивает основные технологии, включает в себя визуализатор, физический движок, звук, систему скриптов, анимацию, искусственный интеллект, сетевой код, управление памятью и многопоточность.

### Список литературы

1. Anurag Ghosh. What is 3D Modeling? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: [http:// www.wisageek.com/what-is-3d-modeling.htm#](http://www.wisageek.com/what-is-3d-modeling.htm#).
2. Джамбруно М. Трёхмерная графика и анимация. – 2002. – 640 с.
3. 6 Industries that Use 3D Modeling Software [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.steves-digicams.com/knowledge-center/how-to/video-software/6-industries-that-use-3d-modeling-software.html#b>.
4. James Chronister. Blender Basics 4-rd edition. / 2011 – 177 с.

УДК 004

## РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МУЗЫКИ

Браневский А.Я., Бесчетников А.М., Наламвар Х.

Научный руководитель: Наламвар Х.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: branevskij\_aj@bw-sw.com*

### Введение

С ростом мировой экономики и соответствующего роста товарооборота, появляется потребность в совершенствовании «предложения» за счет алгоритмов, обеспечивающих подбор и рекомендацию товара целевому клиенту, который в нем заинтересован. Такой подход повышает конверсию и эффективность рекламы и интернет-магазинов, то есть увеличивает показатель перехода посетителей в покупателей.

Алгоритмы, основанные на коллаборативной фильтрации, используя статистику пользователя на веб-ресурсе (его оценки определенной продукции, покупки и т. д.) определяют на ее основе его вкусы и предпочтения. Все это дает возможность в подборе и рекомендации наилучшего предложения.

В наше время такие системы являются частью любого уважающего себя серьезного веб-сервиса (Amazon, Google, Yahoo и т. д.)

### Алгоритм

Предположим, у нас есть некоторое количество триплетов (пользователь товар оценка) на их основании можно сформировать матрицу (рис. 1).

	items		
	×		
			×
users	×		

Рис. 1

Очевидно, что матрица будет сильно разреженной (т. к. есть не оцененные позиции и их большинство). Следовательно, восстановление таких позиций является нашей задачей (это и будут предсказываемые рекомендации). Восстановим применяя широкоизвестные подход метод наименьших квадратов.

Для начала введем обозначения:

$$Q_{ui} = \begin{cases} r & \text{if user } u \text{ rate item } i \\ 0 & \text{if user } u \text{ did not rate item } i \end{cases}$$

Рис. 2

где  $Q_{ui}$  – оценка пользователем  $u$  некоторого предмета  $i$ .

Также введем матрицу:

$$w_{ui} = \begin{cases} 0 & \text{if } q_{ui} = 0 \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

Рис. 3

где  $w_{ui} = 1$  если пользователь  $u$  оценил предмет  $i$ , иначе 0.

Нашей задачей является найти 2 таких вектора  $X$  (вектор столбец) и  $Y$  (вектор строка) которые при перемножении дадут матрицу максимально близкую к  $Q$  (в общем случае  $X Y$  могут быть матрицами, конечные формулы обобщены и на них в том числе). Запишем соотношения для  $y_i$  (рис. 4).

$$X * y_i = Q_i$$

$$W_i * X * y_i = W_i * Q_i$$

Рис. 4

$Q_i$  это некоторое множество оценок всех пользователей предмета  $i$ , но т. к. некоторые пользователи не оценивают этот предмет  $i$ , можно домножить слева и справа на  $W_i$ . Но, такое соотношение не всегда будет иметь решение поэтому воспользуемся следующим подходом.

Найдем проекцию вектора  $Q_i$  на пространство всех линейных комбинаций вектора  $X$ , таким образом найдем приближенный вектор  $Q_{proj}$  для которого система будет гарантированно иметь решение так как  $Q_{proj}$  будет какой-то из линейных комбинаций вектора  $X$ .

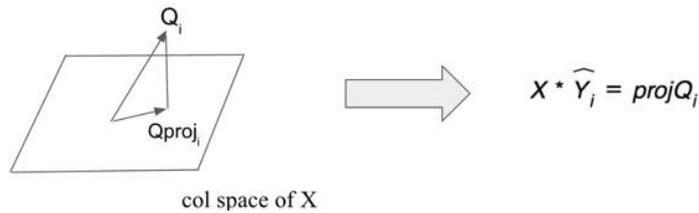
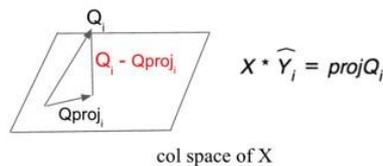


Рис. 5

Далее заметим, что разность  $Q_i - Q_{proj}$  перпендикулярны любому вектору в col space  $X$ . Воспользуемся свойством скалярного произведения получим соотношения для  $X_u Y_i$ . В примере на рис 6. разобран случай получения  $Y_i X_u$ .



$$X^T * (Q_i - proj Q_i) = 0$$

$$X^T * (Q_i - X * \widehat{Y}_i) = 0$$

$$X^T * Q_i = X^T * X * \widehat{Y}_i$$

$$\widehat{Y}_i = (X^T * X)^{-1} * X^T * Q_i$$

$$\widehat{Y}_i = (X^T * W_i * X)^{-1} * X^T * W_i * Q_i$$

$$\widehat{Y}_i = (X^T * W_i * X)^{-1} * X^T * W_i * Q_i$$

$$\widehat{X}_u = (Y * W_u * Y^T)^{-1} * Q_u * W_u * Y^T$$

Рис. 6

На малых объемах данных такой способ будет показывать хороший результат, но при больших объемах могут возникнуть проблемы. Воспользуемся возможностями фреймворка обработки больших данных SPARK. Архитектура его такова, что в процессе вычисления информация разбивается на блоки и каждый обчисляется на отдельном кластере, далее вся информация сливается на основной кластер и там идет возможная свертка результатов.

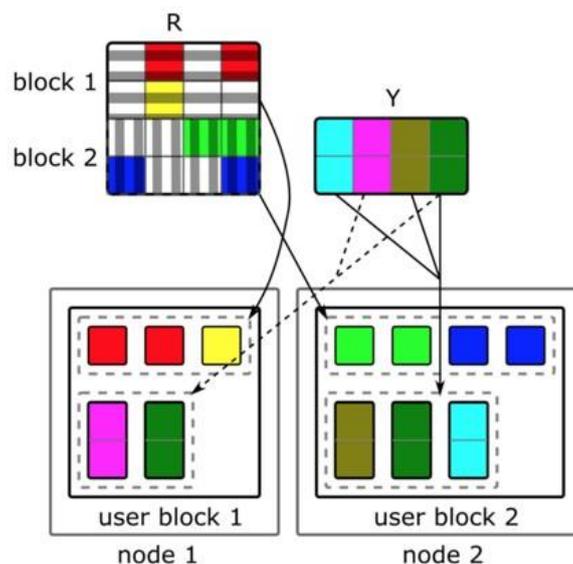


Рис. 7

На картинке выше показан пример разбиения на блоки вычисления вектора  $X$ . Для определенной его компоненты достаточно знать некоторые компоненты вектора  $Y$  (так часть из них откидывается при перемножении с матрицей  $W$ ) и некоторые компоненты матрицы  $Q$ . Пользуясь таким подходом можно существенно ускорить вычисления.

## Проблемы

### Масштабируемость

С увеличением количества пользователей в системе, появляется проблема масштабируемости. Например, имея 10 миллионов покупателей  $O(M)$  и миллион предметов  $O(N)$ , алгоритм коллаборативной фильтрации со сложностью равной  $O(MN)$  уже слишком сложен для расчётов. Также возникают проблемы с пересчетом оценок, т. к. стандартная версия алгоритма не предполагает онлайн-обновления.

### Синонимия

Стандартный алгоритм никак не анализирует названия продуктов. Например, фильмы для детей и детские фильмы будут анализироваться как разные объекты. Хотя этого можно избежать, обрабатывая такие случаи в препроцессинге.

### Нечестные оценки

Каждый пользователь может выставлять оценку любому продукту, которая может не совпадать с его объективной оценкой. Это вносит определенный шум в данные и может сказаться на итоговых результатах. Также оценки могут быть искажены из-за форсированного продвижения продукции определенной фирмой (например, накрутка рейтинга). Это также вносит шум в данные.

### Белые вороны

Всегда существуют пользователи, вкусы которых не совпадают с юльшинством. Собственно, из-за этого рекомендации им могут быть затруднены. Однако такие люди имеют проблемы с получением рекомендаций и в реальной жизни.

### Заключение

Вышеописанный алгоритм был реализован на языке программирования Scala и протестирован на больших объемах данных (в качестве исходных данных использовалась база известного веб-сервиса Last.fm). Примеры рекомендаций можно увидеть в презентации.

**СЕКЦИЯ № 6**  
**ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ**  
**ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

*Председатель секции:*

*Фадеев Александр Сергеевич, канд. техн. н., доцент, зав. каф. АИКС ИК ТПУ.*

*Секретарь секции:*

*Суходоев Михаил Сергеевич, канд. техн. н., доцент, каф. АИКС ИК ТПУ.*

УДК 004

**ФОРМИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ**  
**С ПОМОЩЬЮ OLAP СИСТЕМ**

Агеева С.А., Пономарев А.А.

Научный руководитель: Пономарев А.А., д.т.н., профессор каф. АИКС, ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: ageevasophia@gmail.com*

*This article is dedicated to unloading medical statistical reporting. A method for storing data in the form of registry OLAP*

**Key words:** *medical organisation, statistical reporting.*

**Ключевые слова:** *медицинская организация, статистическая отчетность, OLAP.*

Для медицинских организаций существуют единые формы статистической отчетности, которые утверждает Росстат – Федеральная служба государственной статистики, а также единые формы учета и инструкции по их заполнению. Сбор статистической отчетности позволяет сравнивать результаты по субъектам федерации, городам и районам. Статистическая отчетность в большей степени нужна для самого медицинского учреждения и его руководителя. Годовой отчет представляет сводку данных о работе учреждения и условиях, в которых протекала работа за отчетный период. Анализ данного отчета дает возможность вскрыть причины отрицательных показателей работы учреждения в целом или его отдельных структурных подразделений. Также такая статистика необходима для истории работы учреждения, которая используется для справок и докладов.

Существуют Общие принципы построения и функционирования информационных систем и порядок информационного взаимодействия в сфере обязательного медицинского страхования, утвержденные приказом ФФОМС от 7 апреля 2011 № 79 (далее – Общие принципы). Настоящий документ регламентирует обмен информацией в электронном виде, в том

числе в виде информационных сообщений и файлов, при информационном взаимодействии между участниками обязательного медицинского страхования – страховыми медицинскими организациями (далее – СМО), медицинскими организациями (далее – МО). Информационное взаимодействие между участниками ОМС предусмотрено частью 4 ст. 43 Федерального закона от 29.11.2010 № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации» (далее – Закон об ОМС), Правилами обязательного медицинского страхования, утвержденными приказом Минздравсоцразвития от 28.02.2011 № 158н (далее – Правила ОМС), Порядком ведения персонифицированного учета в сфере обязательного медицинского страхования, утвержденным приказом Минздравсоцразвития от 25 января 2011 № 29н (далее – Порядок персонифицированного учета).

Дальше статистическую медицинскую отчетность будем называть реестром.

Требованиями к предоставляемой статистической отчетности является:

- формат предоставляемого документа – xml, со специальным названием;
- для обмена информацией используется кодировка CP1251;
- соблюдение предоставленной структуры (№ п/п, код элемента, содержание элемента, тип элемента, размер, обязательность, наименование, дополнительная информация).

Реестр включает в себя такие сущности как пациент со случаем обращения, к которому привязаны эпмз (электронные персональные медицинские записи) и оказанные услуги, которые привязаны к эпмз. Для получения реестра пользователь вводит период и тип реестра, который хочет выгрузить.

Для выборки и хранения данных для реестра было решено использовать OLAP-систему. OLAP (англ. online analytical processing, аналитическая обработка в реальном времени) – технология обработки информации, которая используется для динамической публикации отчетов и документов. OLAP системы выполняют следующие задачи: обобщение, агрегация, гиперкубическое представление информации и многомерный анализ. OLAP системы могут быть представлены в виде многомерных СУБД или же реляционных баз с предварительной агрегацией данных. Эта технология помогает принимать решение при работе с многомерными данными. Но нельзя говорить об использовании только OLAP систем. Необходимо сказать, что OLAP необходимо использовать в совокупности с Data Mining. Data Mining – технология, которая анализирует информацию с целью нахождения в накопленных данных ранее неизвестных, практически полезных знаний, необходимых для принятия оптимального решения в разных областях деятельности. Интеграция технологий OLAP и Data Mining функциональнее одной и другой технологии, используемых отдельно.

На рис. 1 изображен процесс многомерного интеллектуального анализа.

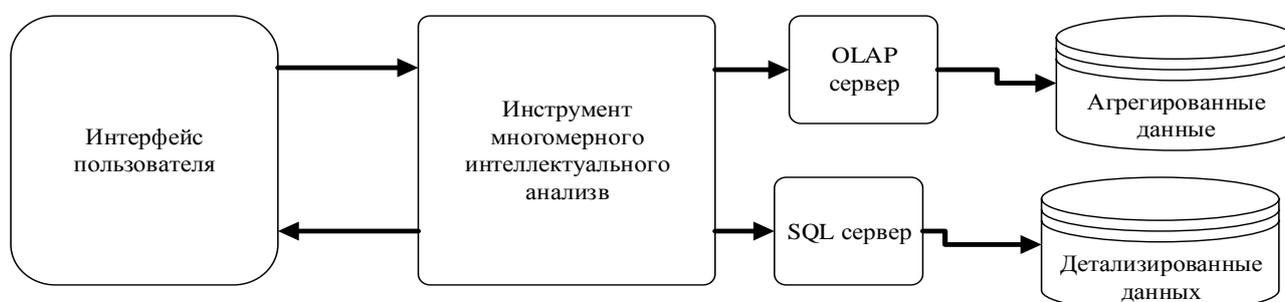


Рис. 1. Процесс многомерного интеллектуального анализа

Данные, находящиеся в оперативной памяти, взятые из разных источников, складываются в реляционное хранилище. В момент попадания данных в реляционное хранилище они уже

доступны для анализа при помощи средств построения отчетов. Затем данные подготавливаются для OLAP анализа, загружаясь в БД OLAP или оставаясь в реляционном хранилище.

Для работы с OLAP необходимо использовать SQL Server Data Tools для Visual Studio, SQL Server Enterprise.

Подводя итоги, следует отметить, что интеграция OLAP Data Mining в готовую медицинскую информационную систему требует средств и времени. Возникнет вопрос необходимости перехода от одной технологии к другой. Актуальность OLAP-технологий обусловлена их практической значимостью для анализа больших объемов данных, что необходимо медицинской организации при выгрузке реестров. При выборе OLAP появляется проблема выбора оптимальной схемы хранения и обработки OLAP данных.

#### Список литературы

1. Андреев А.Н. Классификация OLAP-систем вида xOLAP. 2010 г. – Режим доступа: [http://citforum.ru/consulting/BI/xolap\\_classification/](http://citforum.ru/consulting/BI/xolap_classification/).
2. Российская Академия Естествознания, OLAP И МНОГОМЕРНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ. 2010 г. – Режим доступа: <http://www.rae.ru/monographs/141-4638>.
3. Щавелёв Л.В. Оперативная аналитическая обработка данных: концепции и технологии. 2001 г. – Режим доступа: [http://www.olap.ru/basic/olap\\_and\\_ida.asp](http://www.olap.ru/basic/olap_and_ida.asp).
4. Чубукова И.А. Базы данных: Data Mining Интернет-университет информационных технологий – ИНТУИТ.ру 2008.

УДК 004

## СЕТЕВОЙ МОНИТОРИНГ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Абраамян М.А.

Научный руководитель: Комагоров В.П., к.т.н.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: manasmail@yandex.ru*

*The article is devoted to network monitoring software enterprises. The process of providing functional and technical state of the system are described the actual business needs of the company. The paper proposes a solution to the optimization of this process, based on the scope of activities of the enterprise.*

**Ключевые слова:** *сетевой мониторинг, предприятие, процесс, программное обеспечение, оптимизация, потребность.*

**Key words:** *network monitoring, service, process, software optimization, the need.*

Статья посвящена проблеме сетевого мониторинга программного обеспечения предприятий. На сегодняшний день, многие предприятия имеют высокую потребность в мониторинге своей системы. Чтобы обеспечить максимальную производительность и надежность, большинство из них руководствуются лишь документацией разработчика. Процесс обеспечения функционально-технического состояния программного обеспечения предприятия представлен путем поэтапного внедрения системы сетевого мониторинга.

Сетевой мониторинг является следующим этапом предоставления услуг после подписания акта ввода системы в промышленную эксплуатацию. Конечно, объем услуг по сопровождению системы зависит от динамики развития бизнеса и потребностей компании в поддержке или же развитии системы.

Система сетевого мониторинга обеспечивает, во-первых, состояние программного обеспечения актуальным потребностям бизнеса компании, во-вторых, анализирует в сети – дату установки, версию, количество обновлений и требуемый объем памяти системы. На основании анализа мониторинга, работы приложений и современного состояния данного направления (направл. СУБД) составляется перспективный план доработки, донастройки, закупок программного обеспечения или перехода на другой тип. После чего, получаем готовый план по эксплуатации и внесению изменений в информационную систему.

С учетом различных сфер деятельности предприятий, предлагается выбор по направлениям и, далее, сделать оптимизацию процесса мониторинга и доработать отдельные модули системы для решения конкретных задач, что будет способствовать увеличению надежности и производительности системы.

Внедрение сетевого мониторинга на предприятии позволит выполнять все необходимые требования для корректной работы системы, уменьшить время на составление плана по эксплуатации, а также информировать и предоставлять актуальную информацию.

#### **Список литературы**

1. Статьи по экономике: Техничко-экономический анализ и обоснование рыночной новизны информационной системы. [Электронный ресурс]// <http://www.welleconomics.ru/wen-57.html>
2. Информационные системы: учебное пособие. [Электронный ресурс]// <http://window.edu.ru/resource/260/68260>
3. Информационные системы в экономике: учебник // К.В. Балдин, В.Б. Уткин. – М.: Дашков и К, 2015. – 789 с.
4. Информационный портал, посвященный вопросам технологии разработки и использования открытых информационных систем в управлении, производстве, экономике. [Электронный ресурс]// <http://www.osp.ru>
5. Гайдамакин Н.А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных: учебник // Гелиос АРВ. – 2002.

УДК 004

## МЕТОДЫ ВЕРСИОНИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Асмоловский В.В., Мартынов Я.А.  
Научный руководитель: Мартынов Я.А.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: vva1@tpu.ru*

*This article describes different methods of versioning databases, like storing file in version control system or use migration mechanism.*

**Key words:** *database versioning, database migration, database in version control system.*

**Ключевые слова:** *версионность базы данных, миграции в базах данных, хранение баз данных в системе управления версий.*

### Введение

Современная разработка программных продуктов, в том числе информационных систем не производится одним программистом за одним компьютером. В настоящее время повсеместно используется распределенная разработка с использованием систем управления версиями [1]. Этот инструмент позволяет разработчикам использовать одну кодовую базу, находясь географически в разных местах, защищает код от случайного удаления, и позволяет отследить изменения, производимые с исходным кодом.

В большинстве информационных систем используется база данных, но за её целостностью и за производимыми в ней изменениями следят не так часто. При этом теряется часть информации, которую можно узнать из кодовой базы. Так, добавление полей, хранимых в базе данных, приводит к изменению исходного кода, и автора этих изменений легко узнать, что не всегда возможно, если рассматривать взаимодействие с базой данных напрямую. Наличие возможности следить за изменениями в схемах баз данных позволяет точно сопоставить версию базы данных и разрабатываемой информационной системы. Это особенно важно в случае автоматизированного обновления приложения и базы данных.

### Варианты использования базы данных

При разработке информационных систем возможно два варианта использования базы данных, и их комбинации:

- Использование централизованной базы данных (подходит для небольших команд).
- Развёртка экземпляра базы данных на компьютере каждого разработчика.

В первом случае может возникнуть ситуация, когда состояние и актуальность базы данных не контролируется никак. К базе данных можно подключиться на сервер, и система контроля версий ни в каком виде не знает о ней. У этого подхода есть очевидные минусы – сложность построения истории изменений, сложность возврата к предыдущему состоянию, возможность потери данных, и т. д.

Второй случай подразумевает возможность передачи схемы базы данных между разработчиками и необходимость хранения её в системе контроля версий. Таких способов можно выделить множество, но в рамках статьи будут рассмотрены следующие:

- Создание миграций [2] (данный термин рассмотрен далее) и их хранение в системе контроля версий.
- Хранение физического файла базы данных в системе контроля версий.

### Создание миграций

В контексте данной статьи можно рассмотреть миграции как обновление структуры базы данных от одной версии к другой. Миграции можно разбить на две меньшие категории:

- Создание миграций с помощью *SQL* файлов и с помощью библиотек, предлагаемых на разрабатываемом языке. Такое разделение необходимо, так как второй способ возможен не для всех языков разработки.

- Создание миграций с помощью библиотек. Этот подход заключается в том, что все изменения, производимые с хранимыми в базе данных сущностями, особым образом переводятся в вызовы функций языка разработки. Далее, при развёртывании миграции, библиотека, отвечающая за миграции, переводит сгенерированные команды в *SQL* синтаксис.

При этом чаще всего, в самой базе данных хранится информация о том, какие миграции были применены, а какие нет. У такого подхода большое количество плюсов, таких как:

- Возможность отследить изменения, производимые в структуре базы данных и сопутствующие изменения в системе контроля версий.
- Возможность написания или корректирования, при необходимости, миграций на том же языке разработки, на котором написан исходный код.
- Возможность изменения версии базы данных так же, как и версии информационной системы.

При таком подходе можно абстрагироваться от физической структуры базы данных, и работать с ней на уровне сущностей. (Не все библиотеки позволяют произвести такой переход, и не все базы данных обладают одинаковыми возможностями)

Из примеров языков разработки, где возможно использование такого подхода, можно назвать *Ruby*, *Python*, *C#* и т. д.

Написание миграций на *SQL* по сути тоже самое, что написание их с использованием библиотеки, но, накладывает необходимость разработчику отслеживать самому версию файлов, так же возможна ситуация, когда множество *SQL* файлов создают сложность в понимании конечной схемы базы данных. Такой подход не привязан к языку разработки, но привязан к *SQL* диалекту базы данных.

### Хранение физического файла базы данных

Такой подход практически не отличается от использования централизованной базы данных. Чаще всего, несмотря на то, что база данных находится под системой контроля версий, изменения схемы невозможно отследить, при этом она занимает большое количества места, т. к. при каждом изменении создаётся новая копия, а не изменения. В таком случае практически невозможно корректно разрешить конфликты при одновременном изменении базы данных несколькими разработчиками. Положительной стороной использования описанного подхода является возможность отслеживания и изменения версии базы данных.

### Заключение

При разработке современных информационных систем использование методов версионирования базы данных так же важно, как и версионирование исходного кода, а механизм миграций обеспечивает оптимальный функционал для этой задачи.

### Список литературы

1. Система управления версиями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Система\\_управления\\_версиями](https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_управления_версиями).
2. Active Record Migrations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://edgeguides.rubyonrails.org/active\\_record\\_migrations.html](http://edgeguides.rubyonrails.org/active_record_migrations.html).

УДК 004

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СОЗДАНИЯ ПЕРЕХВАТЧИКОВ СОБЫТИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ TEAM FOUNDATION SERVER С ПОМОЩЬЮ REST API ДЛЯ VISUAL STUDIO TEAM SERVICES И TEAM FOUNDATION SERVER

Чебоксаров В.А.

Научный руководитель: Шестаков Н.А., к.т.н., доцент

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: [eboxarov22@gmail.com](mailto:eboxarov22@gmail.com)

*В данной статье рассмотрен метод автоматизации процесса создания перехватчиков событий для проектов в системе управления проектами Team Foundation Server с помощью REST API для Visual Studio Team Services и Team Foundation Server. В качестве примера рассмотрено создание перехватчика событий для проектов, работающих с системами контроля версий TFVC.*

*This article describes the method of automation of the service hook setting process for projects in the Project Management System Team Foundation Server using the REST API for Visual Studio Team Services and Team Foundation Server. By way of example, the creation of the service hook for projects operating with TFVC version control systems is considered.*

**Ключевые слова:** перехватчики событий, автоматизация, система управления проектами, система контроля версий.

**Key words:** Team Foundation Server, TFS, service hooks, project management, source code management, Team Foundation Version Control, TFVC, REST API for VS Team Services and TFS.

Team Foundation Server (сокр. TFS) – продукт корпорации Microsoft, представляющий собой комплексное решение, объединяющее в себе систему управления версиями, сбор данных, построение отчётов, отслеживание статусов и изменений по проекту и предназначенное для совместной работы над проектами по разработке программного обеспечения [1].

Перехватчики событий являются одним из нововведений в Team Foundation Server 2015. Основной целью перехватчиков является отправка оповещений сторонним сервисам о

событиях, происходящих в Вашем проекте, без каких-либо действий со стороны этих сервисов [2]. Список поддерживаемых сервисов довольно широк, и к нему относятся сервисы:

- по гепрерывной интеграции (AppVeyor, Bamboo, Jenkins, MyGet);
- совместной разработке (Campfire, Flowdock, HipChat, Hubot, Slack);
- поддержке потребителей (UserVoice, Zendesk);
- планированию (Trello);
- интеграции (Azure Service Bus, Azure Storage, Web Hooks, Zapier).

К списку событий, о которых происходит оповещение, относятся события, связанные с выполнением сборок, обновлением исходного кода, новых сообщениях в командных комнатах, а также с различными действиями с рабочими элементами (work items).

Для ручного создания перехватчиков событий можно использовать меню администратора в Team Foundation Server. Выбрав соответствующий пункт, перед Вами появится таблица для создания перехватчиков. Пример страницы с уже созданными перехватчиками событий представлен на рис. 1.

The screenshot shows the 'Event Hooks' page in TFS. At the top, there is a navigation bar with tabs: Обзор, Итерации, Области, Безопасность, Оповещения, Управление версиями, **Перехватчики события**, Службы, Службы сборки XAML Azure, and Тест. Below the navigation bar, the page title is 'Перехватчики события'. A subtitle reads: 'Выполняйте интеграцию с любимыми службами и уведомляйте их о событиях в проекте.' Below this is a toolbar with icons for adding, editing, deleting, and refreshing, along with a 'Журнал' button. The main content is a table with the following columns: Потребитель, Событие, Фильтры, Действие, Параметры, Состояние За 14 Дней, and Состояние. The table contains three rows of hooks.

Потребитель	Событие	Фильтры	Действие	Параметры	Состояние За 14 Дней	Состояние
Web Hooks	git.push	Any branch on any repository.	Post via HTTP	To host pm.rubius.com	0 предпринята попыт...	Включено
Web Hooks	Code checked in	Path \$/RuPM.	Post via HTTP	To host testpm.rubius.com	19 выполнено 7 сб...	Включено (с о...
Web Hooks	Code checked in	Path \$/RuPM.	Post via HTTP	To host pm.rubius.com	24 выполнено 1 сб...	Включено

Рис. 1. Страница перехватчиков событий

Для автоматизации создания перехватчиков основным инструментом является REST API для TFS; соответственно сам процесс создания связан с отправкой HTTP-запросов. Отправляемые запросы направляются на адрес:

`https://your-tfs.com/CollectionForProject/_apis/hooks/publishers?api-version=1.0,`

где `your-tfs.com` – адрес Вашего TFS сервера, `CollectionForProject` – коллекция, в которой находится проект.

Первым шагом для реализации является создание объекта класса, содержащего поля, необходимые для заполнения:

```
var sub = new TfsSubscription
{
    consumerId = "webHooks",
    consumerInputs = new TfsSubscriptionConsumer(url),
    publisherInputs = new TfsPublisherInput(projectId, path),
    eventType = "tfvc.checkin",
    publisherId = "tfs",
    consumerActionId = "httpRequest"
};
```

В данном случае создается перехватчик для события Check in в TFVC (свойство `eventType`) для проекта с некоторым уникальным идентификатором и путем нахождения его

исходного кода (поля `projectId` и `path` объекта `publisherInputs`), который будет отправлять данные о произошедшем событии на веб-сервис (поле `consumerId`) по указанному адресу (поле `url` объекта `consumerInputs`).

Далее полученный объект подлежит сериализации в формат JSON и отправке HTTP-запросом с использованием NTLM авторизации:

```
using (var client = new HttpClient(new HttpClientHandler
{
    UseDefaultCredentials = true
}))
{
    client.DefaultRequestHeaders.Accept.Add(
        new MediaTypeWithQualityHeaderValue("application/json"));
    using (var response = client.PostAsync(tfs + "/_apis/hooks/subscriptions/
?api-version=1.0", toSend).Result)
    {
        response.EnsureSuccessStatusCode();
    }
}
```

Реализация данного метода создания перехватчиков событий позволяет автоматизировать этот процесс и позволяет уменьшить расходы на их ручное создание.

#### Список литературы

1. Team Foundation Server [Электронный ресурс] – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Team\\_Foundation\\_Server](https://ru.wikipedia.org/wiki/Team_Foundation_Server)
2. Team Foundation Server 2015 RTM | Release Notes. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.visualstudio.com/en-us/news/tfs2015-vs.aspx#svchook>

УДК 004

## РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА БАЗЕ TYPESCRIPT ДЛЯ LMS ILIAS

Чуешев А.В., Крайванова В.А.

Научный руководитель: Крайванова В.А., к.ф.-м.н, доцент кафедры ПМ, АлтГТУ

*Алтайский государственный политехнический университет, г. Барнаул*

*E-mail: chueshev@hotmail.com*

*This article describes the development of cross-platform mobile application based on TypeScript for LMS ILIAS to synchronize learning content between server and mobile device.*

**Key words:** *learning management system, mobile study, cross-platform mobile app*

**Ключевые слова:** *система электронного обучения, мобильное обучение, кроссплатформенное мобильное приложение*

Современный век быстрого технологического прогресса предъявляет повышенные требования к знаниям и умениям человека, к его способностям получать новую необходимую информацию и успешно применять ее в практике. В таких условиях на ведущие роли выходят системы электронного обучения (СЭО), призванные изменить взгляды на способы и средства получения новых знаний. Одной из таких систем является LMS ILIAS [7], которая активно внедряется в АлтГТУ в рамках построения интегрированной образовательной среды и развития мобильного обучения. Однако термин «мобильное обучение» является неполным без качественного клиента для портативных ИТ-устройств.

При разработке мобильного приложения необходимо реализовать функции просмотра, изучения учебного контента (курсы, тесты) как в режиме online при наличии интернет соединения, так и в режиме offline (использование материала, сохраненного на устройство, с дальнейшей синхронизацией). В связи с вышеперечисленными требованиями одной из первостепенных задач становится способ взаимодействия мобильного клиента и СЭО. Несмотря на изначальную поддержку системой ILIAS протокола SOAP, поддерживаемых методов недостаточно, так как большая их часть предназначена для административного управления системой, а не для доставки образовательного контента. Вышеописанную проблему возможно решить с помощью архитектуры REST, реализация которой предоставляется сторонним плагином для системы, разрабатываемым на территории одного из немецких университетов. Данный плагин реализован на базе фреймворка PHP SLIM, распространяется под открытой лицензией, содержит реализацию протокола для авторизации OAuth 2.0, позволяет управлять учебным контентом, параметрами личного профиля [6].

При использовании LMS ILIAS одним из главных преимуществ является поддержка стандарта SCORM для представления учебной информации, кроме того система предоставляет возможность хранить информацию в виде набора XML-файлов, сгенерированных по определенному шаблону. Это используется в реализации offline режима клиентского приложения, в котором информация для дальнейшего изучения сохраняется на устройстве в виде XML-пакетов.

В качестве платформы для реализации клиентского мобильного приложения был выбран фреймворк Ionic2 (beta) [2], позволяющий разрабатывать кроссплатформенные мобильные приложения с использованием web-технологий. Данная технология базируется на фреймворках Angular2 (beta) [1] и Apache Cordova, предоставляя целую экосистему для создания приложений наиболее похожих на нативные для каждой из поддерживаемых платформ. В качестве языка программирования в рамках использования фреймворка Angular2 был выбран TypeScript (TS) 1.7 [5] от компании Microsoft.

Язык TS представляет собой надстройку («синтаксический сахар») над JavaScript с поддержкой полноценных классов (включая модификаторы доступа public, private), модулей, статической типизацией, перечислений, стрелочных функций, шаблонных функций, интерфейсов, наследования. Данные особенности технологии позволяют проектировать бизнес логику приложения в рамках модульного подхода с использованием классического объектно-ориентированного программирования.

Наиболее важным аспектом при разработке мобильного клиента является его дальнейшая поддержка, расширение функционала. Для решения данной проблемы приложение было спроектировано с использованием архитектурного паттерна MVC, который является основой при задействовании фреймворка Angular2. Отделенное от логики приложения представление, реализованное с помощью HTML и CSS компонентов Ionic2, шаблонизатора, входящего в состав Angular2, может быть в любой момент адаптировано под изменяющиеся задачи.

При разработке кроссплатформенного мобильного приложения должно внимание необходимо уделить работе с возможностями портативных ИТ-устройств. В данном случае клиент для LMS ILIAS для полноценной реализации вышеописанного offline режима должен обеспе-

чивать доступ к файловой системе устройства и API для работы с сетевыми подключениями. Задачи такого уровня решаются использованием плагинов для фреймворка Apache Cordova [3] и файлов DefinitelyTyped [4] статической типизации для более комфортной работы с TS.

Несомненным преимуществом использования TS, кроме статической типизации, является возможность компилировать код в 100 % ES3- или ES5-совместимый JavaScript код. Данная особенность позволяет использовать в клиентском приложении внедренные в TS возможности стандарта ES6 в виде классов и модулей (в т.ч. экспорт, импорт). При разработке мобильного клиента основные модули были спроектированы для создания «фасада» над плагинами Apache Cordova и кодом, вызывающим API LMS ILIAS. Данное решение позволит избежать исправления логики работы приложения в случае обновления плагинов или изменения имеющегося API СЭО. Кроме того, благодаря использованию внутренних средств Angular2 был разработан сервис, который предоставляет единую точку доступа для вышеописанных модулей в зависимости от определенного режима работы (offline, online).

Разработанное мобильное приложение для LMS ILIAS позволяет не только обеспечить более удобный формат для доступа к учебной информации в виде тестов и курсов с дальнейшей синхронизацией, но и создать возможность для сбора дополнительных статистических данных, повысить мобильность обучения.

#### Список литературы

1. Документация Angular2 for TS. – Режим доступа: <https://angular.io/docs/ts/latest/>
2. Документация Ionic2. – Режим доступа: <http://ionicframework.com/docs/v2/>
3. Плагины Apache Cordova. – Режим доступа: <http://cordova.apache.org/plugins/>
4. Репозиторий DefinitelyTyped файлов для плагинов Apache Cordova. – Режим доступа: <https://github.com/DefinitelyTyped/DefinitelyTyped/tree/master/cordova/plugins>
5. Спецификация TypeScript. – Режим доступа: <https://github.com/Microsoft/TypeScript/blob/master/doc/spec.md>
6. ILIAS REST Plugin. – Режим доступа: <https://github.com/hrz-unimr/Ilias.RESTPlugin>
7. LMS ILIAS. – Режим доступа: <http://www.ilias.de>

УДК 004

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОСЕЩЕНИЙ ЛАБОРАТОРИИ НА БАЗЕ ARDUINO И СТЕКА ТЕХНОЛОГИЙ MICROSOFT

Чурсина Е.А., Миртов С.П.

Научный руководитель: Скирневский И.П. ассистент каф АИКС ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: a.lena.chur@gmail.com*

*This article describes the process of developing the information system that helps to define visitors of laboratory.*

**Ключевые слова:** разработка приложения, базы данных, .NET, C#, Arduino, WPF.

**Key words:** WPF, Arduino, C#, .NET, Database, software design.

## Введение

Сегодня широкое распространение получает внедрение информационных систем практически во все области жизни. Внедрение распределенной информационной системы позволяет не только сократить нагрузку на пользовательскую машину, но и значительно увеличить масштабируемость системы. В конечном итоге, внедрение информационных систем влияет на скорость выполнения задач и сокращение временных затрат.

В данной работе описывается вариант реализации информационной системы, разработанной на базе стека технологий .NET, компании Microsoft для контроля посещений лабораторий кафедры автоматизации и компьютерных систем института кибернетики в Томском политехническом университете.

## Основная часть

Не смотря на то, что на текущий момент на рынке IT набирают популярность информационные системы, разработанные на базе Web-технологий, так же востребованной остается разработка настольных приложений

Созданная нами система будет взаимодействовать с набирающей популярность аппаратной платформой *Arduino*, которая позволяет устройству получать информацию об окружающей среде посредством различных датчиков, а также управлять различными исполнительными устройствами.

В информационной системе контроля посещений лаборатории задачами *Arduino* будет считывание метки электронного ключа студента и отправка запроса на сервер.

Важным фактором, является то, что каждый студент, который собирается использовать электронный ключ, предварительно регистрируется в системе. Следствием является внедрение базы данных, которая должна хранить зарегистрированных пользователей и информацию о посещении. При работе с приложениями, реализованными на стеке технологий .NET, рекомендуемой базой данных является *Microsoft SQL Server*. Следовательно, одной из задач проекта будет создание физической модели базы данных, а так же настройка взаимодействия между серверной частью и базой данных.

Перед входом в аудиторию студент пользуется своим личным электронным ключом. Система фиксирует время входа, и представляет данные в виде таблицы: кто и когда посещал аудиторию. Возможно вывести данные за определенный период или посмотреть когда лабораторию посещал определенный пользователь. Таким образом, может быть отслежена посещаемость студентов.

Приложение будет разработано в среде *Microsoft Visual Studio 2015* на языке C# с использованием *Microsoft SQL Server* и *Microsoft Management Studio*.

## Заключение

Выполнение поставленной задачи позволит нам ознакомиться с технологиями Microsoft, разобраться с элементами платформы *Arduino*, а также со способами их взаимодействия. Система поможет вести учет посещения лаборатории и может получить дальнейшее развитие.

## Список литературы

1. Сомер У. Программирование микроконтроллерных плат *Arduino/Freduino*. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.
2. Троелсен Э. Язык программирования C# 5.0 и платформа .NET 4.5, 6-е изд.: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2013. – 1312 с. : ил. – Парал. Тит. Англ.
3. Натан А. WPF. Подробное руководство: пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 880 с.

УДК 004

## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ORM В РАЗРАБОТКЕ

Гаврилов К.А.

Научный руководитель: Чердынцев Е.С., к.т.н, доцент

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: kgavrilov\_kz@mail.ru*

*Usage object-relational mapping for solving the problem of interaction between object-oriented programming and relational database management system. Advantages and disadvantages.*

**Ключевые слова:** *объектно-реляционная модель, разработка, работа с БД.*

**Key words:** *Object-relational mapping, ORM, developing, working with database.*

В методологии объектно-ориентированного программирования (ООП) классы, описывающие свойства и поведение сущностей, являются абстрактным описанием объектов реального мира. Например, если рассматривать упрощённый вариант журнала успеваемости по дисциплине, то все объекты класса «Студент» будут содержать поля ФИО и массив оценок (баллов). При этом время жизни объектов данного класса ограничивается временем работы приложения. Поэтому возникает вопрос хранения таких объектов: объекты должны храниться в файлах или базах данных, быть легко извлекаемыми, с сохранением своих свойств и отношений с другими объектами.

Решением проблемы хранения данных таким образом является использованием реляционных систем управления базами данных (СУБД). Однако использование реляционной СУБД для хранения данных объектно-ориентированной среды приводит к нарушению семантики (так называемому семантическому разрыву), в результате чего приходится разрабатывать программное обеспечение (ПО), которое должно как поддерживать работу с программными объектами, так и уметь сохранять данные этих объектов в реляционной форме. Постоянная необходимость преобразования формы данных снижает скорость работы решения и оказывает дополнительную нагрузку на разработчиков.

В основе работы реляционных СУБД лежит набор таблиц, содержащих простые данные. Связанная информация хранится в других таблицах, а связь осуществляется по внешнему ключу. Если объект достаточно сложен, то для его хранения может использоваться более десятка таблиц, а для получения всей информации об объекте требуется применять множество операций JOIN. Выполнение всех запросов последовательно, особенно при получении нескольких объектов разного типа, может быть достаточно затратным по времени.

СУБД обеспечивают прекрасную производительность на запросах, затрагивающих большой участок БД, однако при работе с небольшим объёмом данных эффективнее использовать объектно-ориентированный доступ, так как такой подход сокращает семантический разрыв между реляционной и объектной формами данных.

Как уже было сказано выше – такой подход оказывает дополнительную нагрузку на разработчиков, так как повышается сложность кода для работы с СУБД, увеличивается риск появления ошибок. Простым способом устранения данных проблем является использование ORM Фреймворков.



Как было сказано выше – недостаток ORM заключается в снижении скорости работы с базой. Слой транзакций (выполняющий преобразования) может быть недостаточно эффективным, поэтому при обработке большого количества данных работа приложения будет медленнее, чем при использовании чистого SQL.

Но большинство запросов, не требующих обработки больших объёмов данных, выполняется через ORM за вполне приемлемое время, а учитывая все плюсы – использование ORM может стать очень выгодным и разумным решением.

### Список литературы

1. Object-relational mapping. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Object-relational\\_mapping](https://en.wikipedia.org/wiki/Object-relational_mapping), свободный.
2. ORM или как забыть о проектировании БД. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/237889/>, свободный.
3. ORM технологии в .NET. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.slideshare.net/ptsukanov/orm-net-nhibernate-linq-to-sql-entity-framework>, свободный.

УДК 004

## СРЕДСТВА MICROSOFT ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНЫХ ПЛАТФОРМ ПОДДЕРЖКИ СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ НЕФТЕДОБЫЧИ

Гончаров А.С.

Научный руководитель: Марчуков А.В.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: asg19@tpu.ru*

**Ключевые слова:** *Web-интерфейс, .net Framework, сайт, сервер WITSML, WITSML агент.*

**Key words:** *Web-interface, .net Framework, site, server WITSML, WITSML agent.*

С появлением технологии цифрового месторождения одним из основных элементов Российской интерактивной системы управления жизненным циклом нефтегазового месторождения Unofactor является программный продукт Wellook, в основе которого применяются самые актуальные международные стандарты, включая открытый стандарт обмена данными WITSML компании Energistics.

WITSML (Wellsite Information Transfer Standard Markup Language) – язык разметки по передаче скважинных данных, в основе которого заложена технология XML, имеющая ценность для бизнеса за счет эффективных стандартных протоколов обмена данными.

Данная программная платформа включает в себя следующие компоненты:

- WITSML Server – сервер для обработки данных о бурении в формате передачи и хранения данных WITSML;
- WITSML Agent – программный модуль, конвертирующий данные поступающие из контроллеров бурения в единый формат WITSML;
- Web-interface – система управления агрегированными данными на WITSML сервере.

### **Почему выбираются программные решения от компании Microsoft?**

Microsoft предоставляет все необходимые средства разработки для проектирования и реализации данных программных компонентов платформы поддержки передачи данных о нефтедобычи:

- Windows Server 2012 R2 – операционная система, которая как нельзя лучше подходит для развертывания серверной платформы WITSML;
- Microsoft Sql Server Express – сервер управления базой данных, хорошо интегрированный с серверной операционной системой;
- Visual Studio 2015 – многофункциональное средство проектирования и разработки программного обеспечения.

Итак, остановимся поподробней на выборе каждого из этих программных продуктов.

Преимущества Visual Studio 2015 перед предыдущими версиями и другими средствами разработки:

- Архитектурные инструменты – средства, позволяющие строить диаграммы для проектирования программного продукта, а также строить диаграммы по готовому коду, что улучшает понимание строения программы за счет визуальной наглядности;
- Отладка кода – намного быстрее и нагляднее по сравнению с другими программными продуктами, за счет подсказывания зависимостей между частями кода, автора изменений кода, а также результатов теста фрагмента кода;
- Тестирование – расширенные возможности тестирования благодаря инструментам для ручного тестирования, модульных тестов, нагрузочного тестирования, а также мониторинга использования памяти процесса приложения.

Преимущества Sql Server Express перед другими версиями и другими средствами управления базами данных:

- Криптография – производится шифрование как всей базы данных, так и всех файлов, в том числе и журналов;
- Защита информации – инструменты, помогающие администраторам разделять обязанности, делегировать различные службы и функции уполномоченным сотрудникам, защитить информацию и обеспечить соблюдение нормативов по охране данных;
- Система восстановления – система повышенной доступности и аварийного восстановления, позволяющая сократить плановые и внеплановые простои, а также благодаря сжатию исходящего потока минимизируется нагрузка на сеть и обеспечивается оптимальная производительность.

Преимущества серверной платформы Windows Server 2012 R2:

- Поддержка IIS – поддержка серверной платформы для развертки сайтов и приложений в сети. Необходимый инструмент для размещения witsml сервера и его системы управления (веб-интерфейса);
- Поддержка .Net Framework – поддержка платформы развертывания witsml сервера, который создан на программной платформе .net Framework 4.6;
- Удаленная отладка и тестирование работы witsml сервера и веб интерфейса на выявление, локализацию и устранение ошибок работы.

### **Результаты**

Создан Web-интерфейс для взаимодействия с сервером WITSML, реализующий такой функционал как: администрирование сервера и базы данных, хранящей информацию о пользователях, скважинах и месторождениях. Создан WITSML сервер, способный принимать, обрабатывать информацию о бурении и хранить ее на Sql Server. WITSML агент находится в состоянии разработки.

УДК 004

## ВЫБОР СПОСОБА ХРАНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В БАЗЕ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ MS SQL SERVER.

Лайком Д.Н.

Научный руководитель: Силич В.А., доцент кафедры ОСУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: wedun@tpu.ru*

*This article describes the use of MS SQL server as file storage to store files of scientific researches. The article describes the advantages and disadvantages of different methods of storing files to MS SQL Server.*

**Ключевые слова:** *Результаты научных экспериментов, база данных, универсальный способ хранения файлов.*

**Key words:** *MS SQL Server, database, universal file storage.*

### Введение

Научные исследования в настоящее время всё чаще проходят с использованием компьютерного оборудования или в специализированных программных пакетах. Все эти исследования порождают большое количество данных, которые необходимо эффективно обрабатывать и хранить. Построение эффективного процесса хранения необходимо из-за высокой сложности современных исследований. В связи с ростом компьютерных исследований всё более актуальным становится вопрос эффективного хранения и представления результатов экспериментов.

Большое разнообразие исходных данных, файлов расчётов, результатов и научных публикаций требуют эффективной организации процесса хранения и совместной работы над ними. Важно понимать, что эта проблема становится более серьезной при возрастании числа научных коллективов, работающих в одной и той же или смежных областях. Нередко возникают задачи, в которых необходимо оценить вычисления другой группы ученых с целью развить или опровергнуть их решение.

### Способы представления и хранения результатов экспериментов

При выборе платформы для проведения тестирования учитывались такие параметры как быстродействие и скорость разработки приложения. Платформа для разработки приложения была выбрана следующая: ОС Microsoft Windows 10, язык разработки: C#, среда разработки: MS Visual Studio 2015, СУБД: MS SQL Server 2014. Быстродействие обеспечивается использованием современного программного обеспечения, а также использованием библиотеки TPL языка C#. Высокая скорость разработке обеспечивается поддержкой языка C# средой разработки MS Visual Studio.

СУБД MS SQL Server предоставляет возможность хранить файлы непосредственно внутри базы данных как бинарные данные, либо как файлы в файловой системе при помощи технологии FILESTREAM.

Рассмотрим основные преимущества и недостатки каждого из способов.

К преимуществам хранения документов внутри базы данных можно отнести:

Консистентность резервных копий. Т. к. документы хранятся внутри базы данных, то при выполнении операции резервного копирования они гарантированно будут сохранены в резервной копии.

Процесс сохранения, обновления или удаления документов происходит на основе механизма транзакций. В этом случае достигается надёжность работы с документами при использовании меньшего объема программного кода на стороне клиента.

К недостаткам данного метода можно отнести потенциальное неконтролируемое увеличение объема базы данных из-за хранения неструктурированных документов. Большие базы данных могут работать медленно из-за больших нагрузок на подсистему ввода-вывода.

К преимуществам хранения документов вне базы данных можно отнести меньший размер базы данных. Т. к. документы вынесены во внешнее хранилище, а в базе хранятся только ссылки на файлы.

К недостаткам данного метода можно отнести необходимость обеспечивать консистентность файлов на стороне клиента. Вследствие того, что документы хранятся отдельно от базы данных, то необходимо следить за их корректным хранением.

Исходя из вышеназванных преимуществ каждого из методов, было принято решение хранить документы непосредственно внутри базы данных. В программе был реализован механизм сохранения документов в базу и выгрузки документов из базы. Для проведения тестирования были использованы файлы размерами 10, 50, 100 и 200 МБ в режиме записи файлов в базу и чтения файлов из базы.

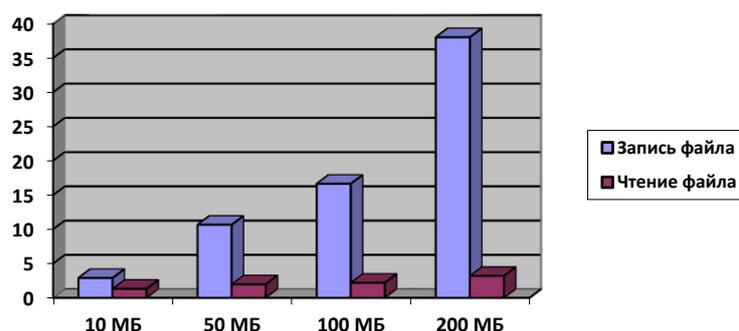


Рис 1. Результаты тестирования чтения и записи файлов

### Вывод

Современные исследования проводятся большим количеством научных коллективов. Для совместной работы необходим эффективный инструмент для обмена результатами исследований. Для обеспечения эффективной работы системы хранения документов необходимо учитывать особенности работы используемых СУБД.

### Список литературы

1. <https://sqltales.wordpress.com/2012/05/15/varbinary-vs-filestream-and-other-blob-issues-3/> [Электронный ресурс] Режим доступа – свободный. 10 марта 2016 г.
2. <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/gg471497.aspx> [Электронный ресурс] Режим доступа – свободный. 10 марта 2016 г.
3. [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/cc716724\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/cc716724(v=vs.110).aspx) [Электронный ресурс] Режим доступа – свободный. 10 марта 2016 г.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА ДЛЯ БАНКА

Бушра Мохаммеджавад

Научный руководитель: Пономарёв А. доцент кафедры АИКС

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: bushra\_comp@yahoo.com*

*Система контроля доступа используется для защищенной передачи информации во многих международных компаниях. В данной работе была представлена система контроля доступа для банка.*

### Введение

Доверительное управление доступом является наиболее распространенным: пользователи, сами указывают, кто может получить доступ к своим файлам. Система определяет, может ли пользователь получить доступ к файлу. Обязательные атрибуты безопасности назначаются или автоматически с помощью операционной системы, в соответствии со строгими правилами. Атрибуты не могут быть изменены пользователями или их программами. Если система определяет, что обязательные атрибуты безопасности пользователя не подходят для доступа к определенному файлу, то никто, даже владелец файла не сможет сделать файл доступным для пользователей [1].

### Списки управления доступом

Одним из наиболее эффективных схем контроля доступа, с точки зрения пользователя, список контроля доступа. Он идентифицирует отдельных пользователей или группы пользователей, которые могут получить доступ к файлу. Недостатком схемы списка управления доступом является производительность: он сканирует каждый раз каждого пользователя, изъявившего желание получить доступ к файлу. Другим недостатком является управление хранением данных: ведение списка переменной длины для каждого файла результатов либо сложной структуры каталогов или неиспользуемого пространства для неиспользуемых записей. Это, как правило, является проблемой только для систем, имеющих огромное количество очень маленьких файлов (типичные пути, в котором используются системы Unix). Список управления доступом используется только для файлов, где группа пользователей слишком велика, чтобы указать желаемый набор пользователей [2].

### Список доступа

Другой тип контроля доступа – список доступа. Он является ключом к конкретному объекту, а также режиму доступа (чтение, запись или запуск программы). Субъект может получить доступ к объекту в указанном режиме. На самом высоком уровне в системе, где мы имеем дело с пользователями и файлами, система поддерживает список доступа для каждого пользователя. Пользователи не могут его расширять, кроме как для покрытия новых файлов, которые они создают. При этом им может быть разрешено предоставлять доступ к файлам, передавая копии другим пользователям. Этот тип контроля доступа гораздо больше, чем пароли, страдает от проблемы управления программным обеспечением. Система должна под-

держивать список для каждого пользователя, который может содержать сотни или тысячи записей. При удалении файла, система должна очистить возможности для файла из списка каждого пользователя. Наиболее успешное использование возможностей на более низких уровнях в системе, где возможности обеспечивают основной механизм защиты и не видимых пользователю схемы управления доступом [3].

#### **Методы контроля доступа: обязательный контроль доступа**

Он помогает предотвратить некоторые виды троянских атак путем наложения ограничения доступа, который не может быть обойден, даже косвенно. Используя данный вид контроля, система присваивает как субъекты и объекты специальные атрибуты безопасности, которые не могут быть изменены по желанию в качестве атрибутов управления доступом на уровне пользователей. Система решает, может ли субъект доступ к объекту путем сравнения их атрибуты безопасности. Несколько общих концепций, однако, применимы к концепции обязательного контроля доступа [4].

В решеточной системе управления доступом могут быть использованы для комплексных решений контроля доступа с участием нескольких объектов и / или предметов. Модель решетки представляет собой математическую структуру, которая определяет наибольшие нижнего предела и наименее верхнего предела значения для пары элементов, таких как субъект и объект [1].

#### **Методы контроля доступа: дискретное управление доступом**

Управления доступом (DAC) – политика доступа определяется владельцем файла (или другого ресурса). Владелец решает, кому разрешен доступ к файлу и какие привилегии у него есть.

Два важных принципа в DAC: 1) файлы и данные о собственности – у каждого объекта в системе должен быть хозяин. Политика доступа определяется владельцем ресурса (в том числе файлов, каталогов, данных, системных ресурсов и устройств); 2) теоретически объект без владельца остается без защиты. Как правило, владельцем ресурса является человек, который создал ресурс.

Права доступа и разрешения: эти элементы управления владелец может присвоить отдельным пользователям или группам для конкретных ресурсов [6].

Дискреционная контроля доступа могут быть применены следующим образом: списки управления доступом (ACL) назвать конкретные права и разрешения, которые назначены субъекту для данного объекта. Списки управления доступом обеспечивают гибкий способ применения дискреционных контроля доступа. Роль контроля доступа на основе членства правопреемников группы на основе организационных или функциональных ролей. Эта стратегия значительно упрощает управление правами доступа и разрешений.

#### **Список литературы**

1. Lipner S.B. Non-discretionary controls for Commercial Application. In proceeding of the 1982 symposium on security and privacy, 2001.
2. U.S. federal standard 1037C, 2001.
3. Saltzer J.H., Schroeder M.D. The protection of Information in computer system, 2004.
4. Lynch B.S., Lipner K.S. SE/VMS: Implementation mandatory security in VAX/VMS. In proceedings of the 9th National computer security conference, 2000.
5. U.S. National Information System Security Glossary, 2006.
6. Campbell J.P. Door – Access – Control System Based on finger – vein Authentication, 2006.

УДК 004

## ИНТЕГРАЦИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ MICROSOFT VISUAL STUDIO И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА DIRECTUM НА ПРИМЕРЕ ПРОЦЕССА РАНЖИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Мустафина Д.Б.

Научный руководитель: Вичугова А.А., к.т.н., доцент

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: dana\_3399@mail.ru

*В статье рассмотрены вопросы разработки и интеграции веб-приложения в среде Microsoft Visual Studio с прикладным решением в системе электронного документооборота DIRECTUM для автоматизации процесса ранжирования исполнителей.*

*The article describes the development and integration of a web-application in Microsoft Visual Studio environment with a solution in enterprise content management system DIRECTUM to automate the process of ranking performers.*

**Ключевые слова:** интеграция, среда разработки, система электронного документооборота, ранжирование исполнителей, субподрядчики, шаблон проектирования.

**Key words:** integration, development environment, document automation system, ranking workers, the ranking of performers, subcontractors, design pattern.

Руководство любой быстрорастущей компании рано или поздно сталкивается с проблемой систематизации информации о внешних исполнителях, выполненных ранее работах и оценке их качества. В настоящее время ранжирование исполнителей является актуальной задачей.

Одним из способов систематизации и анализа деятельности исполнителей работ в компании является разработка или доработка существующей системы. Одна из ведущих информационных систем (ИС) в области электронного документооборота является система электронного документооборота (СЭД) и управления взаимодействием DIRECTUM, нацеленная на повышение эффективности работы всех сотрудников организации в разных областях их совместной деятельности [1]. Целью данной работы является разработка веб-приложения для подбора внешних исполнителей (субподрядчиков) в среде Microsoft Visual Studio и интеграция данного веб-приложения с прикладным решением в СЭД DIRECTUM.

Для создания и проектирования веб-приложения в качестве среды разработки выбрана среда Microsoft Visual Studio, которая обладает мощными средствами разработки, а также сопровождается хорошей документацией. Разработка приложения осуществлялась на платформе ASP.NET MVC, которая представляет собой фреймворк для создания сайтов и веб-приложений с помощью реализации паттерна MVC [2].

В СЭД DIRECTUM основным средством разработки является предметно-ориентированный инструмент IS-Builder, в котором присутствует внутренний язык программирования – ISBL (IS-Builder Language). С объектами, которые были разработаны с помощью инструмента IS-Builder, можно работать из внешних языков и сред, поддерживающих

технологии COM, поэтому интеграция с СЭД DIRECTUM осуществлялась с помощью данной технологии.

Для доступа к DIRECTUM использовались следующие две библиотеки:

- SBlogon Library – используется для аутентификации и подключения к DIRECTUM;
- Sbrte Library – реализует все объекты DIRECTUM.

Общая схема подключения к DIRECTUM из Microsoft Visual Studio представлена следующим образом:

- Создание объекта SBlogon.LoginPoint;
- Получение объекта IApplication, вызвав метод GetApplication объекта SBlogon.LoginPoint.

Результат разработки веб-приложения для подачи заявлений от субподрядчиков представлен на рис. 1.

Рис. 1. Страница создания заявки от внешнего исполнителя

После заполнения необходимых полей на странице создания заявки и выполнения команды «Создать», в контроллере веб-приложения осуществляется COM-соединение с системой DIRECTUM. Вся информация о субподрядчике сохраняется в справочнике «Заявки субподрядчиков». На рис. 2 представлен справочник «Заявки субподрядчиков» в системе DIRECTUM.

Рис. 2. Справочник «Заявки субподрядчиков»

Таким образом, для решения задачи интеграции среды разработки Microsoft Visual Studio и системы электронного документооборота DIRECTUM использовалось COM-соединение с вызовом внешних объектов.

#### Список литературы

1. DIRECTUM. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Directum>
2. Особенности ASP.NET MVC 5. [Электронный ресурс]. – URL: <http://metanit.com/sharp/mvc5/1.1.php>

УДК 004

## ИНТЕГРАЦИЯ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ SEMANTIC WEB И BIGDATA

Нгуен М.Х., Тузовский А.Ф.

Научный руководитель: Тузовский А.Ф., д.т.н., профессор каф. ОСУ, ИК ТПУ

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: hungnm.k52tnvlkt@gmail.com*

*The possibility of using Hadoop Big Data platform for the implementation of a virtual system data integration based on Semantic Web technologies is described.*

**Ключевые слова:** интеграция данных, Semantic Web, платформа Hadoop.

**Key words:** data integration, Semantic Web, platform Hadoop.

Под системой интеграции понимается информационные системы, позволяющие пользователям работать с набором источников разнотипных информации и данных как с единым целым: формировать запросы на получение необходимых данных, находящейся в различных источниках и получать результат в унифицированном виде. Каждый из источников может содержать некоторые структурированные (или полуструктурированные) данные и использовать различные модели данных, такие, как реляционная, нетрадиционная (NoSql) и семантическая модель. В общем случае, источники данных являются распределенными, т. е. расположенными на разных компьютерах, к которым есть доступ по компьютерной сети (по интранет или Интернет). Разные источники данных могут поддерживаться разными группами пользователей.

Существуют два основных подхода: виртуальная и материализованная интеграция. Виртуальная интеграция осуществляется с использованием технологии предметных посредников образующих промежуточный слой между пользователем и источниками данных. При материализованной интеграции предполагается создание хранилища данных (warehouse), которое периодически пополняется из интегрируемых источников данных. Каждый из этих подходов имеет свои достоинства и недостатки.

Общей проблемой классических систем интеграции является необходимость семантического (смыслового) согласования данных. Для решения таких проблем в последнее время

достаточно успешно используются технологии Semantic Web (TSW). TSW – это набор стандартов и методов, такие как RDF – формат данных в виде триплетов, OWL – язык описания семантических моделей (онтологий) данных и язык SPARQL – описание запросов к RDF данным [1].

Однако в последние десятилетия объемы данных фактически во всех областях деятельности растут экспоненциально. Для работы с такими большими объемами данных был сформирован новый подход BigData, включающий набор специальных технологий, таких как Hadoop, Spark, предоставляющих инструменты и методы обработки данных огромных объемов и значительного многообразия для получения воспринимаемых человеком результатов, эффективных в условиях непрерывного роста и распределения источников данных. При использовании Hadoop работа может выполняться с различными структурами данных (в том числе и RDF), объем которых может достигать нескольких миллиардов элементов [2].

В докладе предлагается новая архитектура интеграции данных, основанная на объединении возможностей технологий Big Data и существующих подходов виртуальной интеграции разнородных и распределенных данных больших объемов (рис. 1).

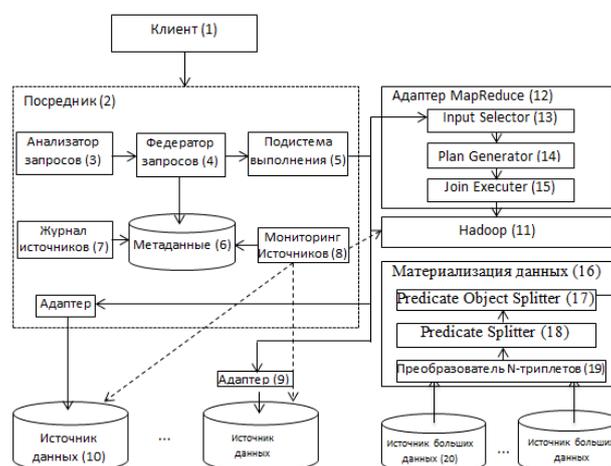


Рис. 1. Архитектура комбинированной виртуально-материализованной интеграции

Основными архитектурными принципами работы данной системы являются следующие: пользователи выполняют запросы к посреднику (2) с помощью клиента (1), т. е. передают на обработку глобальный SPARQL-запрос, грамматический анализатор (3) формирует канонический план запроса, который преобразуется и оптимизируется федератором (4) на основе информации в каталоге метаданных (6) (данный каталог периодически проверяет и обновляет свои статистические данные с помощью журнала (7) и мониторинга (8) источников). Разделенный на части, и оптимизированный глобальный план запроса состоит из нескольких локальных подпланов, которые далее отправляются и параллельно выполняются на источниках данных (10), после того результаты объединяются высокоуровневыми алгебраическими операциями подсистемы выполнения (5). Для каждого источника и его соответствующей модели данных имеется специальный адаптер (9), позволяющий преобразовать данные в RDF-формат. При выполнении подзапроса к Hadoop (11) используется MapReduce-адаптер (12), состоящий из три компонента: Input Selector (13) принимает SPARQL-запрос от посредника, Plan Generator (14) определяет, сколько Map-Reduce заданий необходимо для выполнения запроса и передает информацию в Join Executor (15), который отправляет задания в Hadoop на выполнение. Материализация данных (16) в Hadoop осуществляют-

ся с помощью 3 компонентов: NTriples Converter (19) преобразует исходные файлы из источников больших данных (20) в формате N-Триплетов (n3), Predicate Splitter (18) принимает преобразованные данные, разделит их в соответствии с предикатами и хранит в предикатных файлах, Predicate Object Splitter (17) расщепляет такие предикатные файлы на файлы меньшего размера и отправляет в Hadoop.

Таким образом, в комбинированной архитектуре интеграция становится двухслойной: материализация больших данных осуществляются путем использования Hadoop и виртуальная семантическая интеграция на уровне предметных посредников. Это дает возможность распределенного хранения, преобразования и интеграции больших разнотипизированных данных, а также унифицированный взгляд на данные через семантическую модель.

### Список литературы

1. Langegger A.A. Flexible architecture for virtual information integration based on semantic web concepts, Ph.D. dissertation, Johannes Kepler University Linz, 2010.
2. Husain M.F., Doshi P., Thuraisingham B.M. Storage and Retrieval of Large RDF Graph Using Hadoop and MapReduce, CloudCom. 2009. pp. 680–686.

УДК 004

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИГРОВОГО 2D ПРИЛОЖЕНИЯ

Потапкина С.В., Коцин Д.О.

Научный руководитель: Вичугова А.А.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: w\_snsam@yahoo.com*

*The article tells about software development of 2D games.*

*В статье описан начальный этап проектирования игрового приложения: представлен сюжет игры и основные технологии реализации.*

**Key words:** *unity, 2D, visual studio, c#, game, indie, graphics editor.*

**Ключевые слова:** *unity, visual studio, c#, 2D, игра, инди, графический редактор.*

### Введение

В настоящее время игровая индустрия стремительно развивается: каждый день создаются и публикуются игры, которые впоследствии находят свою аудиторию среди разных возрастных групп. При этом, количество игроков ежедневно увеличивается за счёт приобретения ими компьютеров, приставок, смартфонов.

Предметом рассмотрения данной статьи является процесс проектирования инди-игры. Инди-игра (англ. Indie game, от англ. independent video game – «независимая видеоигра») – это видеоигра, которая создана независимым разработчиком или коллективом разработчиков, без финансовой поддержки от издателя игр. Главные особенности независимой игры заключаются в реализации новой идеи, игровой механики, уникального стиля, а вырученные за

нее средства ставятся на второй план, как результат интереса аудитории и возможность продолжить делать интересные и оригинальные игры дальше.

Почему именно игра? Игры включают в себя сюжет, графическую составляющую и программную, т. е. непосредственно код. В рамках нашего направления – информационные системы и технологии – уделяется достаточно много внимания изучению технологий разработки программного обеспечения и информационных систем. Это включает в себя, в том числе, и этапы анализа и проектирования, что и является предметом рассмотрения данной работы.

### **Уникальные особенности и сюжет игры**

Жанр проектируемой игры – платформер с элементами головоломки. Задача игрока заключается в быстром перемещении по платформам и завершении мини-квестов, например, выполнение последовательности определённых взаимодействий главного героя с окружающей средой.

Изображение предполагается в виде двумерной графики (2D).

Основные особенности проектируемой игры:

- комбинированная графика: персонажи, первый и второй планы – пиксель, фон – стандартная графика;
- возможность переключения между двумя режимами: стандартный (светлый) и режим тьмы, теней;
- система диалогов, влияющая на дальнейшие события и возможности.

Уникальность сюжета достигается за счет воплощения собственных игровых идей в контексте мифов и фантастических технологий. С давних времён существует два мира: материальный и теневой. Мир тьмы расположен в параллельной вселенной, взаимодействие которой с реальным миром зависит от фаз Луны, затмений, негативных земных событий (например, войны).

Но прогресс не стоит на месте, начинаются поиски новых специфических сфер. Ученые замечают изменение структуры людских теней. Появляется теория о реальном существовании мира теней. Военные спонсируют изучение данной темы, ведь параллельный мир может расширить сферу влияния, а так же улучшить технологии.

Одним из главных действующих персонажей является парень, в тело которого вселяется древний представитель расы тьмы, а сам юноша приходит в себя уже в теневой реальности. Он начинает искать возможности вернуться в реальный мир и заполучить обратно свое тело. По ходу своих поисков, главный герой узнаёт, что его тело находится в лаборатории и ему предстоит вторгнуться в планы военных.

### **Технологии реализации**

Графический интерфейс пользователя – сцены и персонажи 2D-игры – будут отрисованы в следующих графических редакторах: Adobe Photoshop и Aseprite. На рис. 1 представлен эскиз игровой сцены.

Для программной реализации игры были выбраны следующие технологии:

- Игровой движок – Unity, лёгкий в освоении, с удобным пользовательским интерфейсом, множеством разнообразных библиотек и уроков, а также поддерживающий три сценарных языка :C#, JavaScript (модификация), Boo;
- Язык программирования – C#, предназначенный для работы с малыми массивами данных;
- Фреймворк – Microsoft.NET для выполнения кода на языке C#;
- Среда разработки – Microsoft Visual Studio for C#.

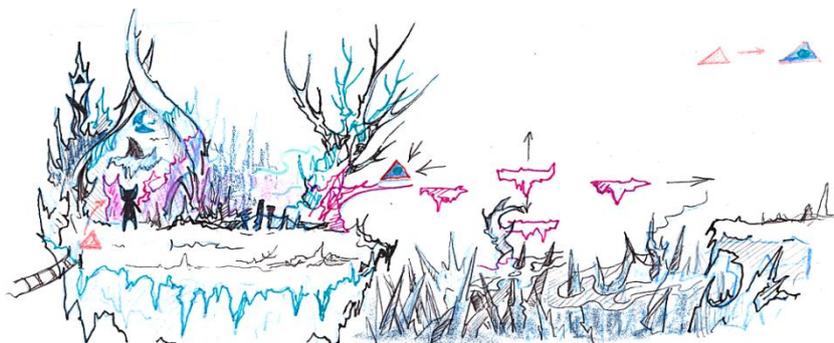


Рис. 1. Эскиз одной из игровых сцен

### Заключение

В рамках проекта были изучены основные технологии создания двумерных инди-игр. Придумана оригинальная идея игры, выбраны методы и средства реализации. Следующим шагом данной работы будет тестовая версия игрового приложения.

### Список литературы

1. Thomsen M. The 'Indie' Delusion: The Gaming Category that Doesn't Exist [Электронный ресурс]: //IGN 25.01.2015 URL: <http://www.ign.com/articles/2011/01/26/the-indie-delusion-the-gaming-category-that-doesnt-exist> (дата обращения 14.03.16).
2. Тюлипер А. Разработка вашей первой игры с помощью Unity и C#0 [Электронный ресурс]: Архитектура и компиляция // Компьютерный информационный портал 17.12.2014 URL: <http://www.oszone.net/25788/Unity> (дата обращения 14.03.16).

УДК 004

## МОБИЛЬНЫЙ СУРДОПЕРЕВОДЧИК

Репецкая А.Я., Видман В.В.

Научный руководитель: Иванов М.А., зав. кафедрой, канд. техн. наук

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: [aleksa\\_super\\_93@mail.ru](mailto:aleksa_super_93@mail.ru)

*The article describes the development process of mobile sign language interpreter based on unity3d platform. This application allows its user to translate speech and gestures from russian language to gesture language. Also user can use this app as gesture dictionary and alphabet.*

**Key words:** sign language interpreter, mobile application, Unity3d, sign language

**Ключевые слова:** сурдопереводчик, мобильное приложение, Unity3d, язык жестов

Сегодня, как и много лет назад, одной из важнейших характеристик общества является коммуникация, которая во многом определяет его развитие. Большинство людей для общения используют устную или письменную форму речи. Однако значительная часть населения

России, по оценкам аналитиков порядка 6 процентов, имеют нарушения связанные с органами слуха или речи и вынуждены использовать для повседневного общения язык жестов. Таким образом, разработка приложения, облегчающего общение людей с ограниченными возможностями, является актуальной задачей.

При разработке мобильного приложения для сурдоперевода учитываются такие важные аспекты:

- как интуитивный и удобный пользовательский интерфейс;
- небольшой размер приложения;
- невысокие системные требования;
- мультиплатформенность;
- возможность дальнейшей модификации приложения;
- возможность написания скриптов анимации на таких популярных языках, как C# или JavaScript.

В качестве программной среды была выбрана платформа Unity3d. Данная платформа соответствует всем требованиям указанным выше. Важным фактором при выборе Unity3d оказалось наличие официальной бесплатной версии, а также уже имеющийся у авторов статьи опыт в разработке приложений в данной среде.

Unity – удобная графическая платформа, которая позволяет не только создавать объекты посредством своего собственного интерфейса, но и импортировать их при необходимости из сторонних программных сред. Возможность импорта была использована при загрузке в Unity модели скелета, который необходим для создания и воспроизведения анимации.

Интерфейс приложения разрабатывается на основе графического интерфейса пользователя, потому что данный тип интерфейса наиболее удобен для применения на различных платформах и разрешениях экрана. В нашем приложении используется UI (User Interface) – разновидность интерфейсов, в котором одна сторона представлена пользователем, другая – устройством.

3D-модель человека создавалась с помощью приложения Autodesk 3ds Max. Для корректного воспроизведения анимации модель сурдопереводчика снабжена скелетом, копирующим структуру скелета реального человека. Для анимирования слов языка жестов достаточно использовать лишь верхнюю часть скелета и основные кости рук. Подобная оптимизация позволит улучшить производительность конечного приложения.

На начальной стадии уже реализовано воспроизведение анимаций наиболее распространенных слов в речи. При дальнейшей разработке словарь будет пополняться. Анимация каждого слова будет создаваться по отдельности. Порядок перевода слов предложений планируется с соблюдением всех правил синтаксиса сурдо языка.

Вызов анимаций будет осуществляться из скрипта, при определенном действии пользователя. При переводе предложений анимации будут выстраиваться в очередь. Далее эта очередь будет обрабатываться по всем правилам синтаксиса и воспроизводиться. Интерфейс окна для перевода текста представлен на рис. 1.

Для связи вводимого текста и анимаций используется база данных SQLite. В базе данных находится таблица, которая содержит русский и английский варианты слов. Данная таблица необходима для корректной работы с анимациями. Использование базы данных дает некоторые преимущества: значительно уменьшит количество кода; облегчит дальнейшую модификацию и сопровождение приложения. Также в этой таблице будут храниться различные варианты склонения слов.

В дальнейшем в приложении будет реализована возможность регулирования скорости воспроизведения анимации. Также планируется введение возможности остановки воспроизведения анимации и ее повтор.



Рис. 1. Интерфейс приложения

УДК 004

## **К АКТУАЛЬНОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ СОЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Романчуков С.В.

Научный руководитель: Берестнева О.Г., д.т.н., профессор

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: inoy@vtomske.ru

*This article is devoted to the problem of social researches information support and designed for the purpose of weaknesses identification in the current methods of organizing large-scale sociological studies (within the region) and also for assessment of related costs.*

**Key words:** social researches, information system, interview verification.

**Ключевые слова:** социальные исследования, информационная поддержка, экспертиза интервью.

### **Введение**

В Российской Федерации, как в силу известных событий, так и в связи с необходимостью разрешения накопившихся системных проблем, велика потребность в широком спектре социальных исследований для определения возможных областей роста и напротив наиболее угрожаемых направлений внутренней политики, состояния человеческого и экономического потенциала регионов.

Очевидно, что при проведении достаточно масштабных исследований особую важность обретает вопрос координации действий исполнителей и интервьюеров, контроля качества их работы, автоматизации сбора данных и их подготовки к дальнейшей обработке.

Как и любой другой масштабный исследовательский проект, проведение социологического исследования предполагает определенную последовательность этапов.

- формируется программа исследования;
- непосредственный сбор первичной информации;
- электронная обработка полученной информации;
- анализ обработанной информации, подготовка научного отчета по итогам исследования, формулирование выводов и рекомендаций[1].

Традиционно достаточно много внимания уделяется этапам обработки и анализа данных, но значительные трудовые и денежные затраты могут быть сокращены при оптимизации начальных этапов исследования.

### **Работа интервьюеров и контролирующего персонала**

Проблемой в проведении социологического исследования с использованием только традиционных методов является обилие излишней работы, которое ведёт к повышению трудозатрат и росту числа ошибок.

В работе используется типовой набор документации, который включает в себя: инструкцию интервьюера, бланк поиска респондентов маршрутным способом, отчет о проведении социологического исследования, отчет о работе интервьюеров.

Интервьюер получает бланк задания, выходит на маршрут, проводит интервью и заполняет бланки[2]. Эти документы проверяется экспертом, который принимает решение о допуске полученной партии интервью в обработку. При этом контролирующий персонал обязан установить факт и дату проведения интервью, соблюдение методики отбора респондента, его пол и возраст, тему интервью и содержание ответов на несколько ключевых вопросов анкеты, продолжительность интервью.

Если обнаруживается нарушение то оно требует дополнительной проверки еще одного интервью от данного интервьюера. Обнаружение факта не состоявшегося интервью автоматически ведет за собой дополнительную проверку еще трех интервью. Все результаты проверки заносятся в бланк-задание, при этом на практике, как правило выбирается лишь несколько бланков из всех, предоставленных интервьюером. Обычно контролю подлежит не более 10% собранных анкет.

После этого производится перевод содержимого анкеты в форму, пригодную для машинной обработки. После сбора достаточного количества анкет осуществляется проверка и (по необходимости) ремонт выборки.

### **Информационная система поддержки социальных исследований**

Очевидно, что рассмотренную последовательность действий можно оптимизировать, расширив использование информационных технологий. Можно добиться существенного эффекта, развернув систему, решающую ряд задач:

- динамическое обновление маршрутных листов и списков заданий интервьюеров;
- замена заполнения бумажных форм электронными;
- автоматизация проверки поступающих анкет (за счёт формальных критериев, заложенных в систему);
  - использование данных системы позиционирования мобильного устройства, с которого осуществляется доступ к системе (с целью подтверждения факта присутствия интервьюера на месте проведения опроса);
  - оперативное отслеживание состояния выборки по достижении некоторого существенного количества анкет и внесение изменений в задания и путевые листы интервьюеров.

Кроме того желательно, чтобы такого рода система содержала:

- формы обратной связи, в т. ч. в виде электронной конференции авторизованных участников;
- категориальный аппарат, методические указания;
- поддержка иных языков (как минимум – русского и английского);
- визуализация достигнутых результатов и заявленных [3].

С целью обеспечения безопасности и эффективной организации работы, сервис должен позволять разделение пользователей на различные категории, несущие различные функции и осуществлять разделение прав доступа различных категорий, гарантируя безопасность хранения информации и защиту от несанкционированного доступа.

### Список литературы

1. Виртуальный учебно-методический комплекс «Политическая наука» [Электронный ресурс] URL: [http://read.virmk.ru/s/SANZ\\_SOC/g-014.htm](http://read.virmk.ru/s/SANZ_SOC/g-014.htm) доступ свободный.
2. Лапин Н.И., Беяева Л.А. Программа и типовой инструментарий «Социокультурный портрет региона России» (Модификация – 2010). – М.: ИФРАН, 2010.
3. Богомазов К.И. Развитие инструментария социокультурного портрета для разработки стратегии модернизации на уровне региона. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции «Социокультурная эволюция России ее регионов». – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2013.

УДК 004

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ АСУТП ВЕРХНЕГО УРОВНЯ

Рыбаков Е.А., Стариков Д.П.

Научный руководитель: Малышенко А.М., д.т.н., профессор ИКСУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: evgrybakov@gmail.com*

*Программный комплекс для автоматизации разработки рабочей документации АСУТП верхнего уровня, названный «ПроАСУ» предназначен для разработки текстовой документации в автоматизированном режиме, где для каждого из документов технического, математического, программного, информационного, организационного обеспечений и общесистемных решений (ТО, МО, ПО, ИО, ОО, ОР) разработаны индивидуальные сценарии, по которым программный комплекс ведет диалог с пользователем.*

*The paper describes software for automation of ASCTP project documentation development («ProASU»). This software is implemented for development of text documentation in automate mode way that for every of document type (TS, MS, PS, IS, SS, OS) there are predefined individual scenarios of creation.*

**Ключевые слова:** Программа, автоматизация, информационная система

**Key words:** Program, automatization, information system.

## Введение

Отделом автоматизации технологических процессов (ОАТП) разрабатывается документация, разделы которой включают в себя: техническое обеспечение (ТО), организационное обеспечение (ОО), информационное обеспечение (ИО), математическое обеспечение (МО), программное обеспечение (ПО), общесистемные решения (ОР). ТО разрабатывается подгруппами полевого и контроллерного уровня ОАТП, и включает в себя схемы, структуры, сведения об инженерном оборудовании (ИОС), технические требования и пр. Оставшиеся разделы разрабатываются подгруппой верхнего уровня ОАТП на стадии рабочей документации и согласно РД 50-34.698-90 (Руководящий документ по стандартизации. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Требования к содержанию документов) в их состав входит 19 документов. Разработка всего комплекта документации верхнего уровня АСУТП занимает значительное время 60 % которого уходит на разработку видеокадров оператора, подготовку перечня всех сигналов системы и разработку алгоритмов для контроллерного оборудования. Остальные 40 % времени тратятся на оформление документации (за счет большого объема ручной работы) и редактирования документов по заданиям смежных отделов и документации, предоставленной 0-м и 1-м уровнями [1].

Поскольку процесс разработки РД верхнего уровня поддается частичной автоматизации, то было принято решение разработать программный комплекс, позволяющий сэкономить время проектировщика. Данный программный комплекс получил название «ПроАСУ» (рис. 1) и предназначен для решения следующих задач:

- экономия времени инженера-проектировщика;
- уменьшение вероятности случайных ошибок при разработке РД;
- максимальная автоматизация «ручного труда»;
- обеспечение интуитивно понятного и простого интерфейса;
- осуществление возможности технической поддержки силами компании.



Рис. 1. Программный комплекс «ПроАСУ»

### Описание программного комплекса «ПроАСУ»

Программный комплекс разработан в среде *Visual Studio* на языке C# [2]. Программный комплекс состоит из трех основных модулей и одного вспомогательного:

- модуль автоматического создания паспортов;
- модуль автоматического создания титульных листов;
- модуль сценарного создания документации АСУТП верхнего уровня;
- модуль источника данных.

Каждый из модулей отвечает за свой набор реализуемых функций, например, функционал модуля сценарного создания документации таков, что для каждого из документов (согласно РД 50-34.698-90) написаны собственные сценарии, по которым программа ведет активный диалог с инженером-проектировщиком. Для упрощения взаимодействия программы с пользователем и исключением внесения некорректных данных, в программе предусмотрен источник данных – этот модуль отвечает за автоматический поиск информации в документах, которые заносятся в программу в самом начале. В свою очередь, функционал модулей автоматического создания титульных листов и паспортов проекта – очевиден.

После запуска программного комплекса «ПроАСУ», инженеру-проектировщику необходимо подгрузить необходимые для работы файлы, которыми бы он пользовался при проектировании рабочей документации АСУТП верхнего уровня:

- ИОС (сведения об инженерном оборудовании);
- схема информационной структуры;
- схема организационной структуры;
- чертежи видеокадров оператора;
- блок-схемы алгоритмов;
- некоторые типы заданий от смежных отделов.

Далее «ПроАСУ» выполняет все необходимые итерации для поиска необходимой информации в данных документах для автоматического заполнения полей, при вызове сценария, разрабатываемого документа.

Разработанный программный комплекс «ПроАСУ» служит для автоматизации процесса проектирования рабочей документации АСУ ТП верхнего уровня (ОО, ОР, МО, ПО, ИО). Полное внедрение позволит уменьшить трудозатраты на 30 %.

- «ПроАСУ» успешно решает поставленные задачи, а именно:
- экономит время инженера-проектировщика;
- уменьшает вероятность случайных ошибок при разработке РД;
- максимально автоматизирует «ручной труд»;
- обеспечивает интуитивно понятный и простой интерфейс.

Программный комплекс «ПроАСУ» успешно применяется в отделе автоматизации технологических процессов ОАО «ТомскНИПИнефть» с декабря 2015г, и за этот период в 2015г. было выпущено три проекта с использованием данного ПО, а начиная с января 2016г., с использованием «ПроАСУ» выполняются почти все проекты, для которых разрабатывается верхний уровень АСУТП.

### Список литературы

1. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И.В. Петров. – М.: Солон-Пресс, 2004. – 254 с. – (Библиотека инженера).
2. Прайс Д.; Гандэрлой М. Visual C# .NET. Полное руководство; КОРОНА принт, 2004. – 960 с.
3. Маркин Ю.П. Экономический анализ: учебное пособие. 2-е изд., стер. / Ю.П. Маркин. – Омска-Л, 2010. – 450 с.

УДК 004

## ОБЗОР ОСНОВНЫХ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ

Сенина А.А.

Научный руководитель: Тузовский А.Ф

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: loffe93@mail.ru

*This article is dedicated to basic contemporary web-applications development platforms. Here are considered advantages and disadvantages of these tools and described basic processes, which clarify understanding of the tool.*

**Key words:** Web-application, technology, development, ASP.NET, CGI, Java Servlets, Java Servlet Pages, JSP.

**Ключевые слова:** Веб-приложение, технология, разработка, ASP.NET, CGI, Java Servlets, Java Servlet Pages, JSP.

В настоящее время веб-приложения получили большое развитие в различных сферах деятельности общества. Работа веб-приложения производится посредством клиент-серверной технологии, где клиентом является браузер, а в качестве сервера выступает веб-сервер. Для начала приведем общую схему работы веб-приложений, которая описана ниже на рис. 1.



Рис. 1. Принцип работы веб-приложения

Из рисунка 1 видно, что клиент, обращаясь к веб-браузеру, отправляет HTTP-запрос по определенному URL адресу, указывающему на некоторый динамический ресурс, а именно само веб-приложение. Далее сервер формирует на основе веб-приложения HTML-страницу, которая посредством браузера отображается клиенту. Из описания схемы можно сделать вывод, что основная работа веб-приложения осуществляется на стороне сервера.

В настоящий момент существует множество технологий, реализующих логику веб-приложений на стороне сервера. В данной статье будут рассмотрены самые популярные из них.

Первой широко используемой технологией стала CGI (Common Gateway Interface), которая особенно применима для создания динамических веб-страниц и служит для обеспечения связи между клиентом (веб-браузером) и веб-сервером. Данная технология представляет собой набор правил, следуя которым, программа способна выполняться на различных серверах операционных системах. В соответствии с технологией CGI, HTTP запрос, содержащий ссылку на динамическую страницу, поступая на веб-сервер, генерирует новый процесс и запускает нужную прикладную программу. Технология CGI позволяет использовать любой язык программирования, способный работать с устройствами ввода/вывода. Также в разра-

ботке веб-приложения можно использовать CGI скрипты, например Python, Perl, Tcl и т. д. Если в CGI программе содержатся скрипты, то при ее выполнении вызывается script engine (интерпретатор скриптов), которому передаются данные HTTP запроса и имя файла, содержащего запрашиваемый скрипт. После выполнения данного скрипта программой клиенту возвращается сформированная HTML страницу.

Несмотря на то, что технология CGI позволяет достаточно просто формировать динамическим образом информацию в веб-сети, она имеет значительные недостатки. Одним из главных недостатков является производительность. Причиной этого низкой производительности является сам процесс обработки HTTP запроса: для каждой обработки такого запроса веб-сервер генерирует новый процесс, который заканчивает свою работу только после завершения программы, что является достаточно трудоемким и при наличии множества таких процессов, начинается конкуренция за ресурсы оперативной памяти.

Следующей технологией, которая довольно широко распространена, стала Java Servlets или просто сервлеты. Данная технология позволяет решить проблему производительности путем выполнения всех запросов в одном процессе путем распределения их по потокам внутри процессов. Это означает, что программный код сервлета должен быть потоко-безопасным. Также плюсом использования сервлетов является их независимость от платформы, потому что они выполняются на виртуальной Java-машине. Java Servlets обладает широким функционалом, который достижим благодаря большому количеству библиотек. Сервлет-контейнер запускает сервлет, который является классом Java, при первом же обращении к нему или при специальном указании.

Java Servlet Pages (JSP) – это надстройка над технологией Java Servlets, разработанной ранее компанией Sun Microsystems, что означает, что их архитектуры взаимосвязаны. Данная технология обеспечивает быструю и упрощенную разработку web-приложений с применением шаблонного подхода. Шаблоны страниц JSP представляют собой шаблоны HTML страниц и крайне схожи с шаблонами ASP и PHP. Отличием данной технологии от других похожих является то, что при обращении к странице код, находящийся внутри тегов не интерпретируется, а предварительно компилируется в Java Servlet, то есть так, как если бы он располагалась внутри сервлета. Данная процедура производится один раз при первом запуске к странице или сервлет-контейнера, т. к. выполнение вышеописанной операции является трудоемкой. Так же, как и Java Servlets, JSP не привязана к конкретной программной или аппаратной платформе. JSP гармонично сочетает шаблонную реализацию страниц и все имеющиеся преимущества платформы Java.

Новейшей технологией разработки web-приложений является .NET технологий, разработанная компанией Microsoft. Платформа .NET значительно упростила процесс разработки приложений и повысила надежность кода. Стали доступными функции автоматического управления временем жизни объектов, обработка исключений и их отладка, в наличии появились библиотеки, нейтральные к языкам программирования. Набор стандартных базовых классов обеспечивают разработчику доступ к сервисам платформы при использовании любых языков программирования, совместимых с .NET. Common Language Runtime совместно с базовыми классами составляют основу платформы .NET и предлагает разработчикам высокоуровневые сервисы, такие как ADO.NET (усовершенствованный ADO, используемой SOAP и XML с целью обмена данными), ASP.NET (новое поколение ASP, дающий возможность использовать любой язык программирования, совместимый с .NET) и Windows Forms и Web Forms (классы, реализующие локальные и web-ориентированные приложения). Компилирование исходного кода происходит по следующей схеме: создается код на промежуточном языке (Microsoft Intermediate Language). В отличие от старой версии, где компилятор

создавал машинный код, данный вид компиляции позволяет скомпилированному файлу выполняться на платформе любого процесса. Новые возможности ASP.NET соответствуют современным требованиям. Вот лишь некоторые из них: большой набор библиотек, языковая независимость платформы, новые пути обработки ошибок и т. п.

Каждая из вышеперечисленных платформ имеет возможности и ограничения в индивидуальном порядке, а также свою собственную область применения, что предоставляет разработчику широкий выбор инструментов разработки.

### Список литературы

1. Тузовский А.Ф. Проектирование интернет приложений. – М.: Изд-во ТПУ, 2010. – 200 с.

УДК 004

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДХОДА DDD ДЛЯ ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПРОЕКТА

Тюменцева К.М.

Научный руководитель: Рейзлин В.И., к.ф.-м.н., доцент каф. ИПС ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: kmtl@tpu.ru*

*This article describes basic principles and rules of constructing domain model. The major step of Domain-driven design is forming ubiquitous language.*

**Key words:** *Domain-driven design, domain model, ubiquitous language.*

**Ключевые слова:** *Предметно-ориентированное проектирование, модель предметной области, единый язык.*

Разрабатывая программное обеспечение, приходится сталкиваться с различными преградами. Основное естественное препятствие – это предметная область, в которой решается поставленная проблема.

Любая компьютерная программа используется в той или иной области деятельности или интересов пользователя. Предметной областью будет называться та область знания, в которой пользователь использует ПО. Например, он-лайн бронирование билетов в кинотеатр. Данная предметная область связана с физической реальностью.

За последнее десятилетие все чаще встречаются программы, спроектированные на основе модели предметной области. Система взглядов, подходов, в рамках которых удобно принимать проектные решения и создавать язык коммуникации при разработке называется предметно-ориентированным проектированием (Domain-Driven Design).

Модель предметной области представляет собой выборочные и намеренно упрощенные знания. Другими словами для создания программы из особо сложной предметной области программистам требуются знания в этой области. Порой объем, широта и сложность информации дают расплывчатое представление. Модель и служит инструментом для того чтобы избежать эту трудность. Правильно построенная модель несет смысл и позволяет сосредоточиться на проблеме [1].

Непрерывное обучение и переработка знаний: Информацию к проекту можно найти в нескольких документах и головах разных людей, и как правило документы содержат много лишних сведений. И не все предметные области технически просты, как они кажутся, поэтому разработчики совместно с аналитиками совершенствуют свои навыки при моделировании предметной области. Есть еще одна причина, почему включаются программисты: это то, что модель и архитектура программы тесно связаны.

В сравнении с каскадной методикой специалисты по предметной области предоставляли информацию команде аналитиков, они ее перерабатывали и отдавали программистам, которые трудились над созданием программы. Данный подход однонаправленный. В итоге получается программа, решающая возникшую проблему, но не имеющая возможностей к достижению большего успеха.

Коммуникация и язык: Проект сталкивается с проблемами, когда в команде присутствует языковой барьер: программисты используют технические понятия, а специалисты предметной области – профессиональные. Тогда приходится использовать аналитиков в качестве переводчиков, которые помогают понять друг друга даже внутри команды разработки. Это может привести к ненадежности и несовместимости частей программного кода.

Чтобы не затруднять коммуникацию, не исказить модель и избежать рефакторинга для проекта формируется общий язык, который лежит в основе модели предметной области (рис. 1). Язык применяется не только при описании объектов системы, но также функциональных возможностей. Изменения в языке порождают обязательные изменения в модели – программисты переименовывают названия классов, методов или даже изменяют функции. В гибких методологиях требования постоянно изменяются, в ходе этих изменений и единый язык должен эволюционировать [2].

Единый язык позволяет выявить слабые места в модели, противоречия в коде. Язык используется для написания сценариев использования (use cases) и разработки приемочных тестов.



Рис. 1. Образование единого языка

Документация, диаграммы: Составление документации дело нелегкое. Ее цель разъяснить устройство модели, и как именно она должна использоваться. В DDD письменная документация дополняет код и устные обсуждения. Поскольку требования в гибких методоло-

гиях постоянно эволюционируют, то проверить документацию на актуальность поможет единый язык. Подход позволяет сократить объем документации, и формировать технические задания в простой форме.

Опираясь на методы и приемы DDD выработывается определенный, формализованный подход к построению проекта, который не исключает применение общепризнанных подходов к проектированию и разработки ПО. Таким образом отображение сложной структуры предметной области в виде модели способствует качественной проработке технической инфраструктуры и успешной реализации проекта.

### Список литературы

1. Eric Evanc Domain-driven design Tackling Complexity in the Heart of Software, April 15, 2003. – 359 с.
2. Domain-driven design. URL: <https://archfirst.org/domain-driven-design/2/>
3. DDD in Practice. URL: <http://www.infoq.com/articles/ddd-in-practice>

УДК 004

## ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЖУРНАЛОВ РАБОТ НА ФОНДЕ СКВАЖИН

Воротов В.Е., Евсюткин И.В., Карождей Д.В.  
Научный руководитель: Марков Н.Г., д.т.н., профессор

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: [vev1@tpu.ru](mailto:vev1@tpu.ru), [pzerag@sibmail.com](mailto:pzerag@sibmail.com), [karoshdey@mail.ru](mailto:karoshdey@mail.ru)

*The analysis of various arrangements on a well stock of the oil-and-gas production enterprise is carried out. It is shown that the automated schedules management of arrangements on the well stock is an actual task when such arrangements are being carried out. For this task solution has been offered to create information system on basis of service-oriented architecture with use of ELMA BPM development environment. The demanded set of software for arrangements schedules management is created in the form of web-services in this development environment.*

**Key words:** *arrangements schedule on a well stock, oil-and-gas production enterprise, information system, software.*

**Ключевые слова:** *журнал работ на фонде скважин, нефтегазодобывающее предприятие, информационная система, программные средства*

### Задача ведения журнала работ на фонде скважин

Фонд скважин нефтегазодобывающего предприятия представляет из себя сложную структуру с множеством взаимозависимых скважин для добычи нефти, газа и газового конденсата. На фонде скважин периодически планируются, заносятся в журналы и контролируются различные виды работ, нацеленные на повышение показателей добычи углеводородного сырья. Существуют два основных типа работ на фонде скважин:

Проведение на скважинах геолого-технических мероприятий (ГТМ) – наиболее значимые работы, приводящиеся на фонде скважин с целью обеспечения проектных показателей

разработки месторождения и проведение работ по текущему и капитальному ремонту скважин. Большинство таких работ требует остановки скважин.

Проведение различного рода исследований на скважинах для получения данных о параметрах скважин и параметрах продуктивных пластов: гидродинамические исследования скважин (ГДИС), газоконденсатные исследования (ГКИ) промыслово-геофизические исследования (ПГИ) и геофизические исследования скважин (ГИС). Большинство этих исследований ведется не остановленных скважинах.

Основная проблема состоит в том, что зачастую неизвестно, какие именно ремонтные работы и ГТМ дадут наилучший положительный эффект, а дополнительные остановки скважин экономически невыгодны предприятию. Поэтому применяется набор методов и методик [1] для подбора скважин-кандидатов на остановку. Основной для реализации таких методов является ежемесячный и оперативный сбор предложений на работы от всех заинтересованных производственных подразделений предприятия. Все предложения заносятся в специальные журналы работ.

Журнал работ на скважинах – это средства ежемесячного и ежегодного планирования, мониторинга остановок скважин, сбор статистики простоев и т. д. представляющие из себя специальные отчёты. Основа журналов – сбор предложений в заинтересованных производственных подразделений на проведение ГТМ, ремонтов или исследований на конкретной скважине в конкретные сроки.

Автоматизация работы с журналами позволяет специалистам быстро решать следующие задачи:

- осуществление сбора предложений от всех производственных подразделений;
- возможность редактирования журналов;
- хранение в журналах данных и анализ изменений фонда скважин.

### **Реализация программных средств для ведения журналов**

Появление новых технологий и методов добычи в нефтегазовой отрасли ведет к изменениям бизнес-процессов (БП). Вследствие чего часто изменяется форма журналов, их приходится быстро переделывать. Поэтому актуальной является разработка для ведения журналов информационной системы (ИС) с гибкой структурой программного обеспечения. Наиболее правильным подходом при создании ИС является её сервис-ориентированная архитектура (англ. service-oriented architecture – SOA) [2]. Основными элементами такой архитектуры являются: сервисы (сервис-независимый программный компонент, выполняющий определённую узкую бизнес-задачу), сервисная шина (связующее программное обеспечение для всех создаваемых сервисов), реестр сервисов и BPM-система для управления бизнес-процессами в ИС.

Анализ основных существующих программных систем, реализующих функции BPM-системы и сервисной шины, показал, что оптимально использовать российскую разработку ELMA BPM [3]. Данная среда имеет специальный графический редактор для моделирования бизнес-процессов в нотации BPMN, BPM-систему и шину. [3]. Веб-сервисы реализуются на языке C#.

Изначально среда ELMA BPM не содержит никакой информации о предметной области, поэтому суть реализации ИС заключалась в адаптации данной среды к области промышленной геологии, а также в реализации всей требуемой функциональности для ведения журналов в виде веб-сервисов. Средствами среды был спроектирован перечень всех необходимых объектов (месторождения, скважины, предложения на работы, подразделения и т. д.). Были построены все необходимые схемы бизнес-процессов (пример одного из них на рис. 1).



Рис. 1. BPMN-диаграмма БП «Сбор предложений подразделений на проведение работ на фонде скважин»

На сегодняшний день в среде ELMA BPM из программных средств реализованы следующие веб-сервисы: «Сбор предложений подразделений на проведение работ на фонде скважин», «Журнал на проведение ГТМ», «Журнал на проведение ГДИС и ГКИ», «Журнал на проведение ПГИ», «Журнала на проведение ГИС».

#### Список литературы

1. Кудинов А.В., Марков Н.Г. Проблемы автоматизации производства газодобывающих компаний. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 247 с.
2. Juric M. SOA approach to integrational. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2007. – 366 p.
3. BPMN – модель бизнес-процессов и нотация. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа [www.elma-bpm.ru](http://www.elma-bpm.ru) свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.01.2016).

## СЕКЦИЯ № 7 ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРАКТИКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

*Председатель секции:*

*Ямпольская Людмила Ивановна, канд. филос. н., начальник отдела развития образовательных технологий ИК ТПУ, администратор программы Microsoft IT Academy.*

*Секретарь секции:*

*Коровкин Виталий Александрович, программист отдела развития образовательных технологий, менеджер Центр Инноваций Microsoft ТПУ.*

УДК 004

### СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Саклаков В.М.

Научный руководитель: Иванов М.А.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: romanov\_ky@mail.ru*

*The article describes the basic model of cloud computing services, as well as the associated risks*

**Key words:** *Cloud computing, cloud services model*

**Ключевые слова:** *Облачные вычисления, модели облачных услуг*

С развитием глобальной сети и ростом количества данных, которые необходимо хранить, обрабатывать и передавать возникла необходимость выполнения уже существующих задач – бизнеса, науки и других – на новом уровне. Основным проблемой стал разрыв возможностей отдельной организации или физического лица самостоятельно содержать и масштабировать информационную и (или) вычислительную инфраструктуру и соответствующих потребностей. По этой причине происходит эволюция традиционной клиент-серверной модели – появляются облачные вычисления. По сути, они не являются новой технологией, а только методом предоставления необходимых вычислительных ресурсов. Тем не менее, они позволили в значительной степени снизить транзакционные, а в некоторых случаях и трансформационные издержки существующих на различном уровне экономических процессов [1]. При этом использование облачных вычислений не лишено недостатков, которые нужно учитывать.

Целью настоящей работы является анализ существующих моделей предоставления услуг с использованием облачных вычислений, а также анализ связанных с этих рисков.

Выделим и опишем модели облачных служб по уровням (рис. 1):

1. Инфраструктура как сервис (Infrastructure as a Service – IaaS). На данном уровне находятся непосредственно аппаратный комплекс, основа облака – диски, сетевые устройства, сервера и т. д. Инфраструктура предоставляет пользователю возможность управлять ресурсами хранения и обработки данных, сетями и другими вычислительными ресурсами. Взаимодействие с IaaS не предполагает управления базовой инфраструктурой. Примером инфраструктуры может служить IBM Cloud.

2. Платформа как сервис (Platform as a Service – PaaS). Данный уровень является промежуточным, здесь находится инфраструктура приложений. С помощью PaaS можно развернуть в облаке непосредственно их самих, используя поддерживаемые поставщиком инструментальные средства, а также языки программирования. На данном уровне нет возможности управления инфраструктурой, а лишь развернутыми приложениями, а также, в определенных пределах конфигурациями среды хостинга приложений. Примером платформы может служить Amazon Elastic Compute Cloud (EC2).

3. Программное обеспечение как услуга (Software as a Service – SaaS). Данный уровень является верхним. Выполняющиеся в нем приложения предоставляются по требованию пользователя. Он может получить доступ к необходимым приложениям посредством различных устройств. Управление физической инфраструктурой облака осуществляется провайдером. Примерами SaaS могут служить почтовый сервис mail.ru, и другие.

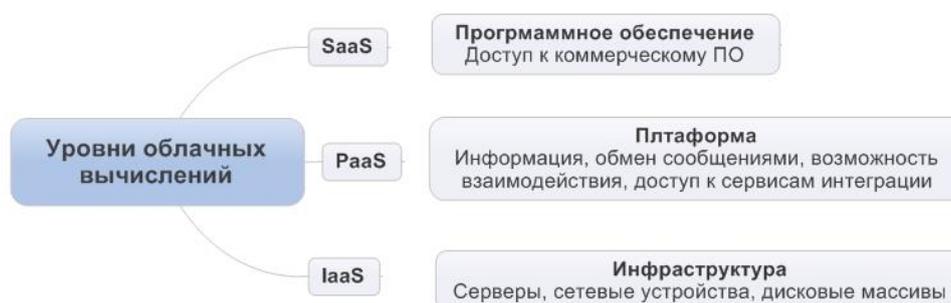


Рис. 1. Уровни облачных вычислений [2]

Так же стоит упомянуть следующие сервисы: коммуникации как услуга (Com-aaS), облачное хранилище данных, рабочее место как услуга (WaaS), антивирусное облако, распознавание (когнитивность) как сервис – Cognition-as-a-Service (CaaS) [3].

Рассмотрим последний более подробно. Данный сервис становится популярным в интеллектуальных системах (ИС), архитектура которых включает в себя базу знаний. Для создания ИС не в полной мере подходят ранее описанные технологии облачных вычислений. Причиной является то, что средства создания ИС, зачастую, сами являются таковыми. Следовательно, их использование должно поддерживаться средой. SaaS делает каждое приложение «умным», машинный код становится доступным для пользователя. Они – приложения – смогут взаимодействовать с пользователем как виртуальные ассистенты.

Использование облачных вычислений несет в себе не только преимущества, но и риски. Обеспечение конфиденциальности и безопасности данных является важнейшей задачей поставщика услуг. Убытки или иной ущерб от использования организацией облачных сред оценивается как величина информационного риска в системе облачных вычислений [4]. Рассмотрим подробнее возможные угрозы безопасности и целостности данных в облаке:

1. Риски, связанные с перемещением традиционных серверов в облачную среду.
2. Динамичность виртуальных машин.
3. Внутренняя уязвимость виртуальной среды.
4. Обеспечение защиты бездействующих виртуальных машин.
5. Разграничение сети и защита периметра.

#### Список литературы

1. Давыдов Д.С., Кашевник А.М., Косицын Д.П., Шабаетов А.И., Шабалина И.М. Разработка платформы планирования производства с использованием технологий «облачных вычислений» // Труды СПИРИАН. – 2012. – № 4 (23). – С. 416–430.
2. Грейс Уокер. Основы облачных вычислений. Новый способ предоставления вычислительных ресурсов. [Электронный ресурс]: официальный сайт IBM developerWorks. URL: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-cloudintro/index.html> (дата обращения 24.10.2015).
3. Кузовлев А. Г. Применение технологии облачных вычислений в интеллектуальных информационных системах // Информатика и прикладная математика: межвузовский сборник научных трудов. – 2014. – № 20. – С. 50–52.
4. Сенцова А. Ю., Машкина И. В. Анализ информационных рисков в среде облачных вычислений на основе интеллектуальных технологий // Безопасность информационных технологий. – 2013. – № 1. – С. 120–121.

УДК 004

## ВОХНЕР – МОДУЛЬНЫЙ ПОДВОДНЫЙ РОБОТ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Булует И.И., Федоров Е.А.

Научный руководитель: Гайворонский С.А.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: [evgeni.f.94@gmail.com](mailto:evgeni.f.94@gmail.com)

*The article discusses the relevance of the underwater vehicles are able to solve a wide range of problems. The decision puts in a basis of the research is designing a modular underwater robot. It allows to make a mounting of various equipment and testing it in the water medium. The paper deals with the concept of the robot and its characteristics.*

**Ключевые слова:** подводная робототехника, телеуправляемый подводный аппарат, робот, мехатроника, модульная конструкция.

**Key words:** underwater robotics, remotely operated underwater vehicle, robot, mechatronics, modular construction.

#### Введение

Подводная робототехника является одной из новейших областей науки и техники. Развитие автоматических подводных аппаратов может избавить людей от риска, которому они могут подвергнуться при работе под водой, а также помочь в изучении и освоении подводного мира.

Первоначально подводные аппараты нашли применение в военной сфере, однако на сегодняшний день можно констатировать их использование для широкого круга научных, исследовательских и прикладных задач, связанных с освоением и мониторингом Мирового океана, поддержкой решения экологических задач, задач прогнозирования климата, контроля биоресурсной базы, разработкой подводных месторождений полезных ископаемых, сейсморазведкой, использованием в качестве средств контроля и оповещения в чрезвычайных ситуациях. В связи с этим, подводные роботы являются инструментом, предназначенным для выполнения широкого круга задач.

С помощью таких аппаратов можно будет, к примеру, изучить систему рек и водоемов, находящуюся под ледяным панцирем Антарктиды. Так же они могут облегчить обслуживание подводных объектов (нефте- и газопроводов).

*Целью* нашего проекта является создание подводного робота, предназначенного для тестирования оборудования в реальных условиях эксплуатации – водной среде. Модульная конструкция позволит устанавливать и производить замену испытываемого оборудования на работе.

### Концепция подводного робота

Основной целью при создании первого прототипа подводного робота является его точное ориентирование под водой. Однако уже на создаваемом прототипе, конструктив робота должен иметь возможность встраивания дополнительного оборудования. Данная функция необходима для тестирования последнего в реальных условиях. Помимо этого, на роботе должна быть размещена система видеонаблюдения для визуального контроля среды, в которой находится аппарат.

Для выполнения роботом поставленных целей выбрана конструкция каркаса в виде прямоугольного параллелепипеда – рамы (рис. 1). Такая форма имеет ряд преимуществ, среди которых самым важным является малое сопротивление воды при движении робота. Более того, внутри каркаса есть возможность установки дополнительного оборудования, предварительно проведя его герметизацию.

Каркас робота изготовлен из профильных алюминиевых труб с прямоугольным сечением 50×40 мм. Для погружения на глубины до 10–15 м данный каркас имеет достаточный запас прочности. Положительная плавучесть данного корпуса обеспечивается тем, что алюминиевые трубы – полые (толщина стенок этих труб составляет 1,5 мм) и заварены по торцам. Во внутренней части каркаса робота крепятся четыре двигателя, отвечающих за погружение и стабилизацию робота. На внешней части каркаса устанавливаются маршевые движители, которые будут отвечать за движение робота вперёд/назад и повороты влево/вправо. Система управления роботом располагается внутри рамной конструкции на равноудалённом расстоянии от всех движителей, используемых для погружения.

### Технические характеристики подводного робота

- |   |                  |
|---|------------------|
| • Габаритные размеры каркаса (ДхШхВ):                 | 750×550×300 мм;  |
| • Масса робота:                                       | 10 кг;           |
| • Грузоподъёмность:                                   | до 20 кг;        |
| • Максимальная глубина погружения:                    | 20 м;            |
| • Способ управления:                                  | телеуправляемый; |
| • Число движителей:                                   | 6;               |
| • Материал каркаса:                                   | алюминий;        |
| • Возможность установки дополнительного оборудования: | есть;            |
| • Тяга горизонтальная:                                | 20 кгс;          |
| • Тяга вертикальная:                                  | 10 кгс.          |

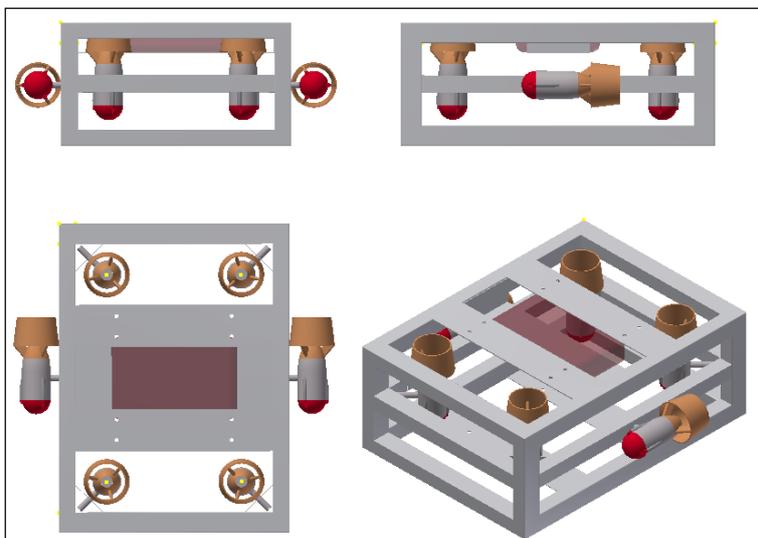


Рис. 1. Конструкция подводного робота «BOXNER»

### Заключение

Конечным результатом проекта предполагается создание прототипа телеуправляемого подводного робота, при помощи которого будет проводиться тестирование специализированного оборудования, эксплуатируемого в водной среде и создаваемого в лаборатории «Телекоммуникации, приборостроения и морской геологии» Института кибернетики Томского политехнического университета.

В дальнейшем планируется усовершенствовать систему управления роботом: перейти от телеметрического управления к автономному.

УДК 004

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОТОКОЛА SRP 6A НА МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМАХ И AZURE MOBILE SERVICES

Гладков А.В., Горбунов И.В., Калмыков М.О., Рассказов Е.В.

Научный руководитель: Горбунов И.В.

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40  
E-mail: giv@keva.tusur.ru*

*SRP6a is a strong authentication protocol which resists all the well-known passive and active attacks over untrusted the network. The protocol preserves the strength and efficiency of the EKE family protocols while fixing some of their shortcomings. Usage of SRP6a protocol preferred when requirements for confidential security higher that provided by TLS 1.2 (https). Realization of SRP6a in different platforms especially mobile OS have some features because these platforms have different kinds of big number realization. This paper describes problems and solutions for realization SRP6a, difficulties and solutions for this protocol in Azure Mobile Services and its clients.*

**Key words:** SRP6a, Azure Mobile Services, authentication protocols, big numbers realization, information security.

**Ключевые слова:** SRP6a, Мобильные сервисы Azure, протоколы аутентификации, реализация больших чисел, информационная безопасность.

SRP6a – протокол аутентификации пользователей приложений [1]. Он устойчив к различным хорошо известным атакам, проводимым в сетях общего пользования. Данный протокол принадлежит к семейству надежных протоколов EKE (Encrypted Key Exchange). Протокол SRP6a рекомендуется использовать, когда требования конфиденциальности выше, чем может обеспечить современная версия HTTPS протокола TLS 1.2 [2]. Однако реализации данного протокола в виде библиотек открытого кода устарели, а под некоторые платформы и вовсе не существуют. При самостоятельной реализации SRP6a разработчики сталкиваются с рядом проблем, вызванных тем, что протокол основан на математических операциях с большими числами, прежде всего на вычисления по модулю числа  $N$ . Реализация больших чисел даже на одном языке программирования, но на разных платформах, в том числе мобильных, отличается. Этот факт становится особенно важным при самостоятельной реализации функций аутентификации в процессе разработке мобильных сервисов на платформе Azure. Самостоятельная реализация была выбрана прежде всего ввиду неопозволительности использования аутентификации через сторонние сайты и социальные сети, а также ввиду отсутствия готовой реализации SRP6a в мобильных сервисах Azure [3].

Для представления протокола SRP6a введем обозначения:  $q$  и  $N=2q+1$  выбираются так, что  $N$  и  $q$  взаимно простые;  $N$  должно быть достаточно большим, чтобы дискретное логарифмирование по модулю  $N$  было практически неосуществимо (в системе длина составляет 4096 бита),  $N$  генерируется для каждой регистрации отдельно на основе значений  $I$  и  $s$ ;  $g$  – генератор мультипликативной группы  $Z_N$ ;  $k$  – параметр, получаемый на обеих сторонах,  $k=H(N, g)$ ;  $s$  – соль;  $I$  – идентификатор пользователя в системе сервера (username);  $p$  – пароль пользователя;  $H()$  – криптографическая хеш-функция SHA-512;  $x$  – секретный ключ,  $x=H(s,p)$ ;  $v$  – верификатор пароля на стороне сервера,  $v=g^x$ ;  $u$  – произвольный параметр для кодирования;  $a, b$  – секретные одноразовые числа. Вся арифметика выполняется по модулю  $N$ .

Кратко описать протокол SRP6a можно в виде диаграммы последовательности UML, представленной на рис. 1.

Из описания протокола видно, что необходимо добиться единого представления больших чисел для математических операций и в виде последовательности байт для одинокого результата выполнения хеш-функций.

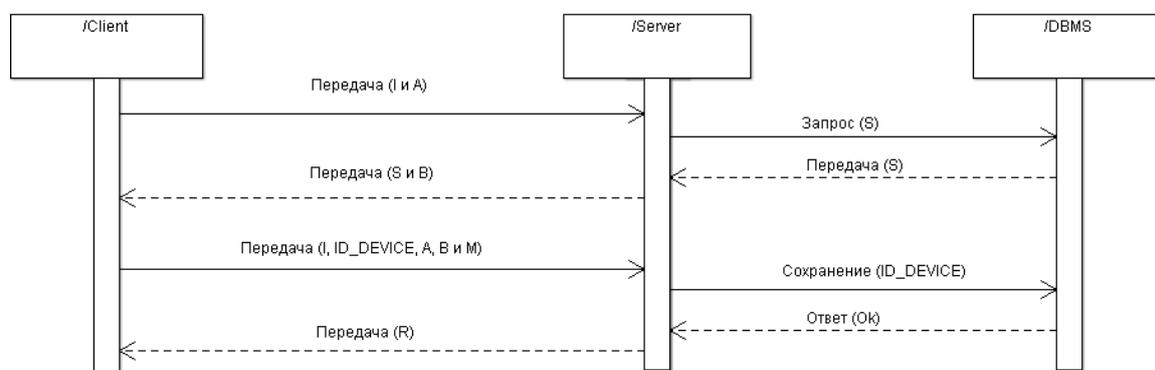


Рис. 1. Диаграмма последовательности взаимодействия при аутентификации между клиентом и облачным сервисом по протоколу SRP6a

Реализация SRP6a в языке C# в виде веб-сервиса на платформе WebApi (Azure Mobile Service) и универсального приложения для Windows и Windows Mobile (Universal Windows Apps) не вызывает особых проблем кроме необходимости постоянного контроля положительности результатов всех операций над большими числами, чего можно добиться умножением на  $-1$  при необходимости. Большие числа реализуются стандартным типом `System.Numerics.BigInteger`.

При реализации этого же протокола на языках Java, JavaScript для платформ Android и HTML 5 стоит учесть, что для получения такого же с математической точки зрения числа, байты необходимо переставить задом наперед (операция реверс). Большие числа для Android реализуются нативной стандартной библиотекой `java.math.BigInteger`, а для платформы HTML Big Integer Library v.5 (<http://www.leemon.com>).

Известно, что у компании Apple свои взгляды на все стандарты. Работа с большими числами также отличается от представленных выше примеров. Большие числа не только следует в байтах указывать в обратном порядке, но и обязательно требовать первым битом 0. Так, стандартное умножение на  $-1$  не поможет, так как отрицательных значений на платформах iOS у больших чисел не подразумевается, а 1 в первом бите большого числа будет дополнением до ближайшего  $2^N$  числа, большего того, которое требуется представить. Поэтому, с целью соблюдения единства аутентификации, для всех ранее реализованных платформ требуется обеспечить проверку на наличие 0 в первом бите большого числа путем его добавления при необходимости.

Большие числа реализуются различными библиотеками, например, `JKBigInteger`, основанным на фреймворке `OpenSSL`. Однако, `OpenSSL` из средств для разработки Xcode под iOS по умолчанию удален с версии 5 и выше. Требуется его самостоятельная компиляция из исходного кода, и добавление в проект.

### Список литературы

1. The Stanford SRP Homepage URL: <http://srp.stanford.edu/whatisit.html>.
2. Taylor D., Wu T., Mavrogiannopoulos N., Perrin T. Using the Secure Remote Password (SRP) Protocol for TLS Authentication. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc5054.txt>
3. Gailey G. Add authentication to your Mobile Services app. URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/documentation/articles/mobile-services-dotnet-backend-windows-universal-dotnet-get-started-users/>

## СОДЕРЖАНИЕ

Секция № 1

<b>АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И МЕХАТРОНИКА .....</b>	<b>3</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ЗАДАЧ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДАНИЙ Ушаков Р.Б., Беляев С.В. ....	3
КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДОБЫЧИ НА СЛОЖНЫХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ Чередниченко К.А., Семенов Н.М. ....	5
ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕСНОЙ ПЛАТФОРМОЙ Черных А.А. ....	9
ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ С ГАЗОРАЗРЯДНЫМИ ИНДИКАТОРАМИ Демченко А.А. ....	11
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЕПАРАЦИЕЙ С ПОВЫШЕНИЕМ КОНТРОЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ НЕФТЕГАЗОВОЙ СМЕСИ Дуткевич И.П. ....	13
СТАБИЛИЗАЦИЯ АПЕРИОДИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА ИНТЕРВАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНО-РОБАСТНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЮСОВ Хожаев И.В., Езангина Т.А. ....	17
МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ СОЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ Ковригина Т.С. ....	19
РАЗВИТИЕ ЧАСТОТНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ Маслов В.Е. ....	21
РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ Маткасым Н.Н. ....	23
РАЗРАБОТКА SCADA СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТРОЛЛЕРА ARDUINO UNO Осипова К.А., Суходоев М.С. ....	25
РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА «ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ ОБЪЕКТОМ» Овчинникова А.П. ....	27
РЕКУРСИВНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВАРОЧНОЙ ЦЕПИ С ПОМОЩЬЮ РАСШИРЕННОГО ФИЛЬТРА КАЛМАНА Пякилля Б.И. ....	29
ПЛАНИРОВАНИЕ ПЛАНОВО – ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СИСТЕМ СЕТЕВОГО МОНИТОРИНГА Рамазанов Р.Н. ....	31
АКУСТИЧЕСКАЯ КАМЕРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ Рыбаков Е.А., Стариков Д.П. ....	33

АППАРАТНЫЙ SCADA ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ Стариков Д.П., Рыбаков Е.А. ....	36
ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЖУРНАЛОВ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ НА ФОНДЕ СКВАЖИН Воротов В.Е., Евсюткин И.В., Карождей Д.В. ....	38
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ПРИВОДА С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ В СОСТАВЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИЛОКОМПЕНСИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ Зарницын А.Ю. ....	40
АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СТЕКА ПРОТОКОЛОВ TCP/IP Зоев И.В. ....	43
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MICROSOFT VISUAL STUDIO ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧ КИНЕМАТИКИ Зуева С.В., Беляев А.С. ....	45
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УГЛА РАСКРЫТИЯ СПИЦЫ ОТ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАЧТЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ РЕФЛЕКТОРОВ АНТЕНН БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ Звонцова К.К. ....	47

#### Секция № 2

<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ .....</b>	<b>50</b>
СЕГМЕНТАЦИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЛЕГКОГО ЧЕЛОВЕКА ПО МРТ-ИЗОБРАЖЕНИЯМ Чеботарева Е.Н. ....	50
ПОСТРОЕНИЕ СЛОЖНЫХ ОПЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ С УЧЕТОМ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ИНВЕСТОРА. ПРИЛОЖЕНИЕ Фатьянова М.Э. ....	53
МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ СЛОЖНЫХ ОПЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ С УЧЕТОМ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ИНВЕСТОРА Фатьянова М.Э. ....	55
МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПАКТНОГО ИСТОЧНИКА АРЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ Иванова А.Д. ....	58
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАМАГНИЧЕННОСТИ ПЛАЗМЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ОСЕСИММЕТРИЧНОМ ПЛАЗМЕННОМ ГЕНЕРАТОРЕ Романова Т.А. ....	60
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ФРАКТАЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ. МНОЖЕСТВО МАНДЕЛЬБРОТА Самушкина Я.Ф. ....	63
РАЗЛОЖЕНИЕ КАРДИОСИГНАЛА НА ОРТОГОНАЛЬНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ Вылегжанин О.Н., Демидова О.О., Марченко К.А. ....	65

Секция № 3	
<b>ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ</b>	67
ОБРАБОТКА РЕШЕНИЙ СУДОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ И ГОРОДА ТОМСКА С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ OLAP И DATA MINING	
Хлопонин А.А., Паршина Д.М.	67
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНВАРИАНТНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ЗАДАЧ РАСПОЗНАНИЯ ОБРАЗОВ	
Хлопонин И.А.	69
СЕРВЕРЫ ОТЧЕТОВ ДЛЯ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	
Костенко К.А.	71
ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ С НЕСКОЛЬКИХ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН	
Вайтулевич А.В., Станкевич Ф.В.	72
Секция № 4	
<b>ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ</b>	75
INFORMATION TECHNOLOGY FOR SOLVING ISSUES OF STUDENT'S MOTIVATION AND ADAPTATION TO EDUCATIONAL ACTIVITY	
Vobrova M.V.	75
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕНЕЙ И БЛИКОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ	
Чурсина Е.А., Мнацаканян Р.Э., Бабичев Н.В., Степанов О.В.	77
МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОПИСАНИЮ ТЕКСТУР ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЛАЧНОСТИ	
Герасимова Н.И.	78
РАЗРАБОТКА ПРОСТРАНСТВЕННО-УКАЗАТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА «AIRTOUCH»	
Герасимов Д.В., Климкович А.В.	80
БЕСПИЛОТНЫЙ АВТОМОБИЛЬ В СРЕДЕ UNITY3D	
Исаев А.С., Журбич Н.И.	82
МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ K-MEANS WITH CONNECTIVITY CONSTRAINT	
Костин К.А., Аксёнов С.В.	85
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ФИНАНСОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ SEMANTIC WEB	
Петрова Г.Г., Тузовский А.Ф.	87
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ	
Пискунова Т.А.	90
ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	
Шагарова М.Д.	92
СОЗДАНИЕ СИТУАТИВНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ СТУДЕНТОВ-СЛЕДОВАТЕЛЕЙ	
Славин С.В.	95
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	
Тарасова Л.П., Осадчая И.А.	97

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ	
Терехин Д.Э. ....	99
УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ	
НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ	
Цавнин А.В., Замятин С.В. ....	102
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО МОНИТОРИНГУ	
БОЛЬНЫХ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ	
Верхотурова А.Э., Чудинов И.Л. ....	104
ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ	
Берестнева Е.В., Шухарев С.О. ....	106
ОБЗОР АЛГОРИТМОВ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ	
Григорьев Д.С. ....	108
СВЕРТОЧНЫЕ СЕТИ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Григорьев Д.С. ....	111
Секция № 5	
<b>ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.</b>	
<b>ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b> .....	113
СОЗДАНИЕ АНИМИРОВАННОЙ 3D МОДЕЛИ АНПА	
Анфёров И.А., Дёмин А.Ю. ....	113
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕСУРСНЫХ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ	
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	
Пилецкий А.А., Ботыгин И.А. ....	115
НОВОСТНОЙ ПОРТАЛ ЛИЦЕЯ ПРИ ТПУ	
Чепкасов А.Ю., Дыбанин К.А., Литневский С. Е., Скопченко А.А. ....	117
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГРАФОВ	
Демешко М.В., Дёмин А.Ю. ....	119
КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ	
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ	
Ерофеева Е.Л., Попов В.Н. ....	122
КЛАССИФИКАЦИЯ DDOS-АТАК И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ	
Фролов С.Г., Демин А.Ю. ....	124
РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ	
Горемыкина Д.С. ....	126
СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	
ПО КЛАВИАТУРНОМУ ПОЧЕРКУ	
Горохова Е.С. ....	128
СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ 3D СЦЕН: OPENGL И DIRECT3D	
Гусева В.С., Демин А.Ю. ....	131
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ 3D МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ	
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МАРШИРУЮЩИХ КУБОВ	
НА ПЛАТФОРМЕ WINDOWS PRESENTATION FOUNDATION	
Хасаева Д.З., Демин А.Ю. ....	132
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСЛАБЛЕНИЯ	
ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ СЛОЕМ ВОДЫ, СОДЕРЖАЩИМ ПУЗЫРИ ГАЗА	
Иванов А.С. ....	135
АРХИТЕКТУРЫ GRID СИСТЕМ	
Жагдагцэрэн Н.-Э., Саклаков В.М. ....	138

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ Хомеченко М.Е., Исунц Д.Д. ....	140
РАЗРАБОТКА КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СБОРА, ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ МЕТЕОДАНЫХ Колочев А.С., Попов В.Н. ....	142
РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ Колотовкина А.Ю., Дёмин А.Ю. ....	144
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «РЕМЕМВЕР МЕ» Кошеутова Н.В., Осина П.М. ....	147
РАЗРАБОТКА ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ С ФУНКЦИЯМИ ЗАКАЗА УСЛУГ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ Минаева О.И., Шерстнев В.С. ....	150
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ В ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАЗНЕСЕННОМ КЛАСТЕРЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ Нагиев А.Е. ....	152
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА РЕКОМЕНДАЦИИ ОНЛАЙН-СЕРВИСА Никитина К.С., Дорофеев В.А. ....	154
ПОСТРОЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ Петрухина И.А., Погребной А.В. ....	156
ИССЛЕДОВАНИЕ SLICKJACKING АТАК Полковников И.С. ....	160
ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА НАВИГАЦИОННЫХ ДАННЫХ Пономарева А.В., Мейта Р.В. ....	163
РАЗМЕЩЕНИЕ СТАНЦИЙ НА ТОПОЛОГИЧЕСКОМ ПОЛЕ Пузанов А.Л. ....	165
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА МАРШИРУЮЩИХ КВАДРАТОВ НА ЯЗЫКЕ C# Русакович Н.А., Демин А.Ю. ....	167
РЕАЛИЗАЦИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ДЕКОДЕРА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО ПОЛИНОМИАЛЬНОГО КОДА (15, 8, 3), ИСПРАВЛЯЮЩЕГО ПАКЕТНЫЕ ОШИБКИ, НА ПЛИС Рыжова С.Е. ....	169
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОКАДРОВОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕО С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ КЛАССОВ AForge.NET Шкабара А.И. ....	171
АЛГОРИТМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ СПЕКТРА ШУМА ЛЕСНОГО ПОЖАРА Сидоров В.В. ....	174
АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ Скопченко А.А., Дорофеев В.А. ....	176
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ЗАЩИЩЁННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНОЙ КРИПТОСИСТЕМЫ Смалёха М.В. ....	179
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИТЕРАТИВНОГО ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ СКРЫТЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНО- ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ И АНАЛИЗА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ Сорокин В.А., Рохмистров Д.С., Ботыгин И.А. ....	181

ОБЗОР МЕТОДОВ ВЕКТОРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ Степура Л.В., Дёмин А.Ю. ....	184
РЕНДЕРИНГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ Султангузин М.Ф., Рейзлин В.И. ....	187
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ WPF Тестов М.А., Дёмин А.Ю. ....	189
АНАЛИЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ СКРЫТИЯ ДАННЫХ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ ФОРМАТА BMP Чан ТхюиЗунг. ....	191
ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ 3D АНИМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ Толстых А.В., Демин А.Ю. ....	194
РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МУЗЫКИ Браневский А.Я., Бесчетников А.М., Наламвар Х. ....	196
 Секция № 6	
<b>ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>200</b>
 ФОРМИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ OLAP СИСТЕМ Агеева С.А., Пономарев А.А. ....	200
СЕТЕВОЙ МОНИТОРИНГ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ Абраамян М.А. ....	202
МЕТОДЫ ВЕРСИОНИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ Асмоловский В.В., Мартынов Я.А. ....	204
АВТОМАТИЗАЦИЯ СОЗДАНИЯ ПЕРЕХВАТЧИКОВ СОБЫТИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ TEAM FOUNDATION SERVER С ПОМОЩЬЮ REST API ДЛЯ VISUAL STUDIO TEAM SERVICES И TEAM FOUNDATION SERVER Чебоксаров В.А. ....	206
РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА БАЗЕ TYPESCRIPT ДЛЯ LMS ILIAS Чуешев А.В., Крайванова В.А. ....	208
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОСЕЩЕНИЙ ЛАБОРАТОРИИ НА БАЗЕ ARDUINO И СТЕКА ТЕХНОЛОГИЙ MICROSOFT Чурсина Е.А., Миртов С.П. ....	210
ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ORM В РАЗРАБОТКЕ Гаврилов К.А. ....	212
СРЕДСТВА MICROSOFT ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНЫХ ПЛАТФОРМ ПОДДЕРЖКИ СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ НЕФТЕДОБЫЧИ Гончаров А.С. ....	214
ВЫБОР СПОСОБА ХРАНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В БАЗЕ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ MS SQL SERVER Лайком Д.Н. ....	216

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА ДЛЯ БАНКА Бушра Мохаммеджавад .....	218
ИНТЕГРАЦИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ MICROSOFT VISUAL STUDIO И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА DIRECTUM НА ПРИМЕРЕ ПРОЦЕССА РАНЖИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ Мустафина Д.Б. ....	220
ИНТЕГРАЦИЯ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ SEMANTIC WEB И BIGDATA Нгуен М.Х., Тузовский А.Ф. ....	222
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИГРОВОГО 2D ПРИЛОЖЕНИЯ Потапкина С.В., Коцин Д.О. ....	224
МОБИЛЬНЫЙ СУРДОПЕРЕВОДЧИК Репецкая А.Я., Видман В.В. ....	226
К АКТУАЛЬНОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ СОЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ Романчуков С.В. ....	228
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ АСУТП ВЕРХНЕГО УРОВНЯ Рыбаков Е.А., Стариков Д.П. ....	230
ОБЗОР ОСНОВНЫХ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ WEB- ПРИЛОЖЕНИЙ Сенина А.А. ....	233
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДХОДА DDD ДЛЯ ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПРОЕКТА Тюменцева К.М. ....	235
ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЖУРНАЛОВ РАБОТ НА ФОНДЕ СКВАЖИН Воротов В.Е., Евсюткин И.В., Карождей Д.В. ....	237
Секция № 7	
<b>ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРАКТИКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ .....</b>	<b>240</b>
СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ Саклаков В.М. ....	240
ВОХНЕР – МОДУЛЬНЫЙ ПОДВОДНЫЙ РОБОТ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Булуев И.И., Федоров Е.А. ....	242
ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОТОКОЛА SRP 6A НА МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМАХ И AZURE MOBILE SERVICES Гладков А.В., Горбунов И.В., Калмыков М.О., Рассказов Е.В. ....	244

Научное издание

## **ТЕХНОЛОГИИ MICROSOFT В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Сборник трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых

Компьютерная верстка *О.Ю. Аршинова*

Зарегистрировано в Издательстве ТПУ  
Размещено на корпоративном портале ТПУ



**Издательство**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

